

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED AND TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

PCT/KR 02/01782

0/KR 19.09.2002

Rec'd PCT/PTO 14 JAN 2005

10/521397
REG'D. 18 OCT 2002
WIPO PCT

대한민국 특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 :
Application Number

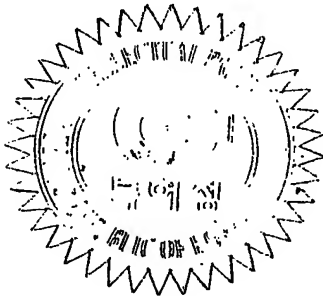
특허출원 2002년 제 42658 호
PATENT-2002-0042658

출원년월일 :
Date of Application

2002년 07월 19일
JUL 19, 2002

출원인 :
Applicant(s)

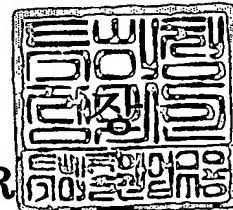
삼성전자 주식회사
SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2002 년 09 월 19 일

특허청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0005
【제출일자】	2002.07.19
【발명의 명칭】	수직 배향형 액정 표시 장치
【발명의 영문명칭】	A VERTICALLY ALIGNED MODE LIQUID CRYSTAL DISPLAY
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【명칭】	유미특허법인
【대리인코드】	9-2001-100003-6
【지정된변리사】	김원근 , 박종하
【포괄위임등록번호】	2002-036528-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최영민
【성명의 영문표기】	CHOI, YOUNG MIN
【주민등록번호】	690408-1892711
【우편번호】	137-072
【주소】	서울특별시 서초구 서초2동 1357-21번지 서주빌딩 403호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	송장근
【성명의 영문표기】	SONG, JANG KUN
【주민등록번호】	710420-1805522
【우편번호】	137-778
【주소】	서울특별시 서초구 서초4동 삼익아파트 5동 201호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김진윤
【성명의 영문표기】	KIM, JIN YUN

출력 일자: 2002/10/9

680112-1790228

449-846

경기도 용인시 수지구 풍덕천리 1065 신정마을 주공1단지
아파트 109 동 504호

KR

특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대
리인 (인) 유미특허법

인 (인)

20 면 29,000 원

32 32,000 원

0 건 0 원

0 0

61,000 원

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】

【요약】

제1 절연 기판 위에 형성되어 있는 게이트선, 게이트선 위에 형성되어 있는 게이트 절연막, 게이트 절연막 위에 형성되어 있는 데이터선, 데이터선 위에 형성되어 있는 보호막, 보호막 위에 형성되어 있으며 제1 절개 패턴을 가지는 화소 전극, 제1 절연 기판과 대향하고 있는 제2 절연 기판, 제2 절연 기판 위에 형성되어 있으며 제2 절개 패턴을 가지는 기준 전극을 포함하고, 제1 및 제2 절개 패턴에 의하여 분할되는 소도메인의 폭은 $30\mu\text{m}$ 이하인 액정 표시 장치를 마련한다.

【대표도】

도 3

【색인어】

액정표시장치, 수직배향, 절개부, 소도메인

【명세서】

【발명의 명칭】

수직 배향형 액정 표시 장치{A VERTICALLY ALIGNED MODE LIQUID CRYSTAL DISPLAY}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 액정 표시 장치용 박막 트랜지스터 기판의 배치도이고,

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 액정 표시 장치용 색필터 기판의 배치도이고,

도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 액정 표시 장치의 배치도이고,

도 4는 도 3의 IV-IV'선에 대한 단면도이고,

도 5는 PVA 모드에서의 전극 간격(소도메인의 폭)별 응답 특성을 나타내는 그래프이고,

도 6은 전극 간격(소도메인의 폭)별 응답 파형 곡선이고,

도 7은 전극 간격(소도메인의 폭)별 온 커스프(ON cusp) 위치를 나타내는 그래프이고,

도 8은 전극 간격(소도메인의 폭)별 텍스처의 응답 파형 곡선이고,

도 9는 전극 간격(소도메인의 폭)별 2차 투과 효율을 나타내는 그래프이고,

도 10은 전극 간격(소도메인의 폭)별 3차 투과 효율을 나타내는 그래프이고,

도 11은 PVA 모드에서 기준 전극의 절개부 폭별 응답 특성을 나타내는 그래프이고,

도 12는 PVA 모드에서 기준 전극의 절개부의 폭에 대한 투과율 그래프이고,

도 13 내지 도 17은 본 발명의 실시예에 따른 액정 표시 장치용 박막 트랜지스터 기판을 5매 마스크 공정으로 제조하는 공정을 순서대로 나타내는 단면도이고,

도 18a, 18b 내지 도 26a, 26b는 본 발명의 실시예에 따른 액정 표시 장치용 박막 트랜지스터 기판을 4매 마스크 공정으로 제조하는 공정을 순서대로 나타내는 단면도이다

121	게이트선,	123	게이트 전극,
171	데이터선,	173	소스 전극,
175	드레인 전극,	190	화소 전극,
191, 192, 193	절개부,	151, 153	비정질 규소층,
270	기준 전극,	271, 272, 273	절개부

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<20> 본 발명은 수직 배향 모드 액정 표시 장치에 관한 것으로서, 특히 전극에 절개 패턴을 형성하여 광시야각을 확보한 수직 배향 모드 액정 표시 장치에 관한 것이다.

<21> 액정 표시 장치는 일반적으로 기준 전극과 컬러 필터(color filter) 등이 형성되어 있는 상부 기판과 박막 트랜지스터와 화소 전극 등이 형성되어 있는 하부 기판 사이에 액정 물질을 주입해 놓고 화소 전극과 기준 전극에 서로 다른 전위를 인가함으로써 전계를 형성하여 액정 분자들의 배열을 변경시키고, 이를 통해 빛의 투과율을 조절함으로써 화상을 표현하는 장치이다.

- <22> 그 중에서도 전계가 인가되지 않은 상태에서 액정 분자의 장축을 상하 기판에 대하여 수직을 이루도록 배열한 수직 배향 모드 액정 표시 장치는 대비비가 크고 광시야각 구현이 용이하여 각광받고 있다.
- <23> 수직 배향 모드 액정 표시 장치에서 광시야각을 구현하기 위한 수단으로는 전극에 절개 패턴을 형성하는 방법과 돌기를 형성하는 방법 등이 있다. 이들 모두는 프린지 필드(fringe field)를 형성하여 액정의 기우는 방향을 4방향으로 고르게 분산시킴으로써 광시야각을 확보하는 방법이다. 이중에서 전극에 절개 패턴을 형성하는 PVA(patterned vertically aligned) 모드는 IPS(In Plane Switching) 모드를 대체할 수 있는 광시야각 기술로 인정받고 있다.
- <24> 또한 PVA 모드는 액정 분자의 거동에 비틀림이 없고 전계 방향에 수직인 방향으로 스플레이(splay)하거나 또는 구부러지는 탄력성에 의한 움직임만 있으므로 TN(Twisted nematic) 방식에 비하여 상대적으로 빠른 응답 특성을 갖는다. 그러나 LCD TV 시장이 성숙해감에 따라 현재의 25ms 수준보다 더 빠른 응답 속도에 대한 요구가 강하게 나타나고 있다. 일반적으로 유전율 이방성이 높을수록 액정 분자에 인가되는 전압의 세기가 강해져 응답 속도를 향상할 수 있는 것으로 예측되며, 회전 점도가 낮을수록 액정 분자의 거동이 빨라지고 전기장 오프(off)시 복원되는 속도 또한 빨라져서 응답 시간이 단축되는 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 이에 따라 액정 재료를 개선하여 응답 속도를 개선하려는 노력이 이루어지고 있으나 음의 유전율 이방성을 가지는 액정은 물성적으로 유전율 이방성을 향상시키고 회전 점도를 낮추는데 한계가 있다. 따라서 액정 재료의 개선을 통한 응답 속도 개선에는 한계가 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<25> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 액정 표시 장치의 응답 속도를 향상시키는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<26> 이러한 과제를 해결하기 위하여 본 발명에서는 전극의 폭과 절개부의 폭을 최적화한다. 기본적으로 절개부의 폭은 프린지 필드(fringe field)를 형성하기 위하여 절개부 폭/셀갭 ≥ 1.0 을 만족하여야 한다.

<27> 구체적으로는, 제1 절연 기판, 상기 제1 절연 기판 위에 형성되어 있는 게이트선, 상기 게이트선 위에 형성되어 있는 게이트 절연막, 상기 게이트 절연막 위에 형성되어 있는 데이터선, 상기 데이터선 위에 형성되어 있는 보호막, 상기 보호막 위에 형성되어 있는 화소 전극, 상기 제1 절연 기판과 대향하고 있는 제2 절연 기판, 상기 제2 절연 기판 위에 형성되어 있는 기준 전극, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판 중의 적어도 하나에 형성되어 있는 제1 도메인 분할 수단, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판 중의 적어도 하나에 형성되어 있으며 상기 제1 도메인 분할 수단과 함께 화소 영역을 다수의 소도메인으로 분할하는 제2 도메인 분할 수단을 포함하고, 상기 소도메인의 폭은 $30\mu\text{m}$ 이하인 액정 표시 장치를 마련한다.

<28> 이 때, 상기 소도메인의 폭은 $28\mu\text{m}$ 이하, $22\mu\text{m}$ 이하 또는 $17\mu\text{m}$ 이하로 설정할 수 있다. 또, 상기 제1 도메인 분할 수단은 상기 화소 전극이 가지는 절개 패턴이고, 상기 제2 도메인 분할 수단은 상기 기준 전극이 가지는 절개 패턴일 수 있고, 제2 도메인 분할 수단의 폭은 $24\mu\text{m}$ 이하 또는 $5\mu\text{m}$ 이하로 설정할 수 있다. 상기 소도메인의 길이 방

향은 상기 게이트선에 대하여 45° 또는 135° 를 이루는 것이 바람직하다. 또, 상기 데이터선은 비정질 규소층, 도핑된 비정질 규소층, 금속층의 3중층으로 이루어질 수 있다.

<29> 또는, 제1 절연 기판, 상기 제1 절연 기판 위에 형성되어 있으며 게이트선, 상기 게이트선과 연결되어 있는 게이트 전극 및 상기 게이트선과 연결되어 있는 게이트 패드를 포함하는 게이트 배선, 상기 제1 절연 기판 위에 형성되어 있으며 유지 전극선 및 그 가지인 유지 전극을 포함하는 유지 전극 배선, 상기 게이트 배선 및 유지 전극 배선 위에 형성되어 있는 게이트 절연막, 상기 게이트 절연막 위에 형성되어 있는 비정질 규소층, 상기 비정질 규소층 위에 형성되어 있는 접촉층, 상기 접촉층 위에 형성되어 있으며 상기 게이트선과 교차하는 데이터선, 상기 데이터선과 연결되어 있는 데이터 패드, 상기 데이터선과 연결되어 있으며 상기 게이트 전극에 인접하는 소스 전극 및 상기 게이트 전극에 대하여 상기 소스 전극의 맞은 편에 위치하는 드레인 전극을 포함하는 데이터 배선, 상기 데이터 배선 위에 형성되어 있는 보호막, 상기 보호막 위에 형성되어 있고 상기 드레인 전극과 연결되어 있으며 제1 절개 패턴을 가지는 화소 전극, 상기 제1 절연 기판과 대향하는 제2 절연 기판, 상기 제2 절연 기판 위에 형성되어 있으며 화소 영역을 구획하는 블랙 매트릭스, 상기 화소 영역 각각에 형성되어 있는 색 필터, 상기 색 필터 위에 형성되어 있으며 제2 절개 패턴을 가지는 기준 전극을 포함하고, 상기 제2 절개 패턴의 폭은 $24\mu\text{m}$ 이하인 액정 표시 장치를 마련한다.

<30> 이 때, 상기 제1 절연 기판과 상기 제2 절연 기판 사이에 협지되어 있으며 그에 포함되어 있는 액정 분자가 전계가 인가되지 않은 상태에서 상기 제1 절연 기판에 대하여 수직으로 배향되어 있는 액정층을 더 포함한다. 또, 제2 절개 패턴은 폭이 $5\mu\text{m}$ 이하로 설정할 수 있고, 제1 절개 패턴과 제2 절개 패턴은 화소 영역을 다수의 소도메인으로 분

할하고, 소도메인의 폭은 $28\mu\text{m}$ 이하, $22\mu\text{m}$ 이하 또는 $17\mu\text{m}$ 이하로 설정할 수 있다. 또, 상기 색필터와 상기 기준 전극 사이에 형성되어 있는 오버코트막을 더 포함하는 것이 바람직하다.

<31> 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

<32> 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다. 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다.

<33> 그러면 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 따른 액정 표시 장치용 박막 트랜지스터 기판의 구조에 대하여 설명한다.

<34> 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 액정 표시 장치용 박막 트랜지스터 기판의 배치도이고, 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 액정 표시 장치용 색필터 기판의 배치도이고, 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 액정 표시 장치의 배치도이고, 도 4는 도 3의 IV-IV'선에 대한 단면도이다.

- <35> 액정 표시 장치는 하부 기판(110)과 이와 마주보고 있는 상부 기판(210) 및 하부 기판(110)과 상부 기판(210) 사이에 주입되어 기판(110, 210)에 수직으로 배향되어 있는 액정 분자를 포함하는 액정층(3)으로 이루어진다.
- <36> 유리 등의 투명한 절연 물질로 이루어진 하부 기판(110) 위에는 ITO(indium tin oxide)나 IZO(indium zinc oxide) 등의 투명한 도전 물질로 이루어져 있으며 절개부(191, 192, 193)를 가지고 있는 화소 전극(190)이 형성되어 있고, 각 화소 전극(190)은 박막 트랜지스터에 연결되어 화상 신호 전압을 인가 받는다. 이 때, 박막 트랜지스터는 주사 신호를 전달하는 게이트선(121)과 화상 신호를 전달하는 데이터선(171)에 각각 연결되어 주사 신호에 따라 화소 전극(190)을 온(on)오프(off)한다. 또, 하부 기판(110)의 아래 면에는 하부 편광판(12)이 부착되어 있다. 여기서, 화소 전극(190)은 반사형 액정 표시 장치인 경우 투명한 물질로 이루어지지 않을 수도 있고, 이 경우에는 하부 편광판(12)도 불필요하게 된다.
- <37> 역시 유리 등의 투명한 절연 물질로 이루어진 상부 기판(210)의 아래 면에 빛샘을 방지하기 위한 블랙 매트릭스(220)와 적, 녹, 청의 색필터(230) 및 ITO 또는 IZO 등의 투명한 도전 물질로 이루어져 있는 기준 전극(270)이 형성되어 있다. 여기서, 기준 전극(270)에는 절개부(271, 272, 273)가 형성되어 있다. 블랙 매트릭스(220)는 화소 영역의 둘레 부분뿐만 아니라 기준 전극(270)의 절개부(271, 272, 273)와 중첩하는 부분에도 형성할 수 있다. 이는 절개부(271, 272, 273)로 인해 발생하는 빛샘을 방지하기 위함이다.
- <38> 제1 실시예에 따른 액정 표시 장치에 대하여 좀 더 상세히 한다.

<39> 하부의 절연 기판(110) 위에 가로 방향으로 게이트선(121)이 형성되어 있다. 게이트선(121)에는 게이트 전극(123)이 돌기의 형태로 형성되어 있고, 일단에 게이트 패드(125)가 형성되어 있다. 절연 기판(110) 위에는 게이트선(121)과 나란하게 유지 전극선(131)이 형성되어 있다. 유지 전극선(131)은 세로 방향으로 형성되어 있는 두 개의 유지 전극(133a, 133b)과 연결되어 있고, 이들 두 유지 전극(133a, 133b)은 가로 방향 유지 전극(133c)에 의하여 서로 연결되어 있다. 이 때, 유지 전극선(131)은 2개 이상일 수도 있다. 게이트선(121), 게이트 전극(123), 유지 전극선(131) 및 유지 전극(133)은 알루미늄 또는 크롬 등의 금속으로 형성한다. 이 때, 이들은 단일층으로 형성할 수도 있고, 크롬층과 알루미늄층을 연속 적층하여 이루어진 이중층으로 형성할 수도 있다. 이외에도 여러 다양한 금속을 사용하여 게이트 배선과 공통 배선을 형성할 수 있다.

<40> 게이트선(121)과 유지 전극선(131) 및 유지 전극(133)의 위에는 질화규소(SiN_x) 등으로 이루어진 게이트 절연막(140)이 형성되어 있다.

<41> 게이트 절연막(140)의 위에는 세로 방향으로 데이터선(171)이 형성되어 있다. 데이터선(171)에는 분지로서 소스 전극(173)이 형성되어 있고, 소스 전극(173)에 인접하여 드레인 전극(175)이 형성되어 있으며, 데이터선(171)의 일단에는 데이터 패드(179)가 형성되어 있다. 또, 게이트 절연막(140) 위에는 게이트선(121)과 중첩하는 다리부 금속편(172)이 형성되어 있다. 데이터선(171), 소스 전극(173), 드레인 전극(175) 및 데이터 패드(179)도 게이트 배선과 마찬가지로 크롬과 알루미늄 등의 물질로 형성한다. 또한 단일층 또는 다중층으로 형성할 수 있다.

<42> 소스 전극(173)과 드레인 전극(175)의 하부에는 박막 트랜지스터의 채널부로 사용되는 비정질 규소층(151)이 형성되어 있고, 데이터선(171)의 아래에는 채널부 비정질 규

소층(151)을 세로로 길게 연결하고 있는 데이터선부 비정질 규소층(153)이 형성되어 있다. 비정질 규소층(151, 153)의 위에는 소스 및 드레인 전극(173, 175)과 채널부 비정질 규소층(151) 사이의 접촉 저항을 감소시키기 위한 접촉층(161)이 형성되어 있다. 접촉층(161)은 n형 불순물로 고농도로 도핑된 비정질 규소를 사용하여 형성한다.

<43> 데이터선(171) 등의 위에는 질화규소 등의 무기 절연물이나 수지 등의 유기 절연물로 이루어진 보호막(180)이 형성되어 있다. 보호막(180)에는 드레인 전극(175)을 노출시키는 접촉구(181)가 형성되어 있다.

<44> 보호막(180) 위에는 절개부(191, 192, 193)를 가지는 화소 전극(190)이 형성되어 있다. 화소 전극(190)은 ITO(indium tin oxide)나 IZO(indium zinc oxide) 등과 같은 투명 도전체나 알루미늄(Al)과 같은 광 반사 특성이 우수한 불투명 도전체를 사용하여 형성한다. 화소 전극(190)에 형성되어 있는 절개부(191, 192, 193)는 화소 전극(190)을 상하로 반분하는 위치에 가로 방향으로 형성되어 있는 가로 절개부(192)와 반분된 화소 전극(190)의 상하 부분에 각각 사선 방향으로 형성되어 있는 사선 개구부(191, 193)를 포함한다. 이 때, 상하의 사선 개구부(191, 193)는 서로 수직을 이루고 있다. 이는 프린지 필드의 방향을 4 방향으로 고르게 분산시키기 위함이다.

<45> 또, 보호막(180)의 위에는 게이트선(121)을 건너 유지 전극(133a)과 유지 전극선(131)을 연결하는 유지 배선 연결 다리(91)가 형성되어 있다. 유지 배선 연결 다리(91)는 보호막(180)과 게이트 절연막(140)에 걸쳐 형성되어 있는 접촉구(183, 184)를 통하여 유지 전극(133a) 및 유지 전극선(131)에 접촉하고 있다. 유지 배선 연결 다리(91)는 다리부 금속편(172)과 중첩하고 있다. 유지 배선 연결 다리(91)는 하부 기판(110) 위의 유지 배선 전체를 전기적으로 연결하는 역할을 하고 있다. 이러한 유지 배선은 필요할

경우 게이트선(121)이나 데이터선(171)의 결함을 수리하는데 이용할 수 있고, 다리부 금속편(172)은 이러한 수리를 위하여 레이저를 조사할 때, 게이트선(121)과 유지 배선 연결 다리(91)의 전기적 연결을 보조하기 위하여 형성한다.

<46> 보호막(180) 위에는 보조 게이트 패드(95)와 보조 데이터 패드(97)가 형성되어 있다. 보조 게이트 패드(95)는 보호막(180)과 게이트 절연막(140)에 걸쳐 형성되어 있는 접촉구(182)를 통하여 게이트 패드(125)에 연결되어 있고, 보조 데이터 패드(97)는 보호막(180)에 형성되어 있는 접촉구(183)를 통하여 데이터 패드(179)에 연결되어 있다.

<47> 상부의 절연 기판(210)에는 빛이 새는 것을 방지하기 위한 블랙 매트릭스(220)가 형성되어 있다. 블랙 매트릭스(220)의 위에는 적, 녹, 청색의 색필터(230)가 형성되어 있다. 색필터(230)의 위에는 절개부(271, 272, 273)를 가지는 기준 전극(270)이 형성되어 있다. 기준 전극(270)은 ITO 또는 IZO(indium zinc oxide) 등의 투명한 도전체로 형성한다.

<48> 기준 전극(270)의 절개부(271, 272, 273)는 화소 전극(190)의 사선 개구부(191, 193)를 가운데에 끼고 있으며 이와 나란한 사선부와 화소 전극(190)의 변과 중첩되어 있는 굴절부를 포함하고 있다. 이 때, 굴절부는 세로 방향 굴절부와 가로 방향 굴절부로 분류된다.

<49> 이상과 같은 구조의 박막 트랜지스터 기판과 색필터 기판을 정렬하여 결합하고 그 사이에 액정 물질을 주입하여 수직 배향하면 본 발명에 따른 액정 표시 장치의 기본 구조가 마련된다. 박막 트랜지스터 기판과 색필터 기판을 정렬했을 때 화소 전극(190)의 절개부(191, 192, 193)와 기준 전극(270)의 절개부(271, 272, 273)는 화소 영역을 다수의 소도메인으로 분할한다. 이들 소도메인은 그 내부에 위치하는 액정 분자의 평균 장

축 방향에 따라 4개의 종류로 분류된다. 이 때, 소도메인은 길쭉하게 형성되어 있어서 폭 방향과 길이 방향이 구별된다. 이중에서 폭은 소도메인의 두 장변 사이의 거리를 나타내는데, 그 크기가 $30\mu\text{m}$ 이하로 설정되어 있다. 소도메인의 폭이 $30\mu\text{m}$ 이하이면 25ms 이하의 응답 시간을 기대할 수 있다. 그러나 1프레임(frame) 단위로 변화하는 동영상을 표현하기 위해서는 20ms 이하의 응답 시간이 요구되며 이를 위해서는 소도메인의 폭이 $17\mu\text{m}$ 이하로 설정되어야 한다. 한편, 텍스처의 양이 0.03 이하로 유지되기 위해서는 소도메인의 폭이 $28\mu\text{m}$ 이하로 설정되어야 하고, PVA 모드 액정 표시 장치의 3차 투과 효율이 90% 이상이 되기 위해서는 소도메인의 폭이 $22\mu\text{m}$ 이하로 설정되어야 한다. 소도메인의 폭이 $22\mu\text{m}$ 이하로 설정되면 텍스처의 양은 0.02 이하로 유지될 수 있다.

<50> 또, 응답 시간은 절개부의 폭과도 관련되어 있다. 절개부의 폭이 $24\mu\text{m}$ 이하이면 응답 시간은 25ms 이하로 되고, 절개부의 폭이 $5\mu\text{m}$ 이하이면 응답 시간은 20ms 이하로 된다.

<51> 그러면 소도메인의 폭과 응답 시간, 텍스처의 양 및 투과 효율 사이의 관계에 대하여 살펴본다.

<52> PVA 모드에서는 절개부로 인한 전계의 변형을 이용하여 광시야각을 얻고 있으나 다른 한편으로는 절개부를 인하여 전계가 왜곡되는 부분이 있어 이 부분에서 액정 분자가 원하지 않는 거동을 함으로써 텍스처(texture)가 발생하고 텍스처로 인해 투과 효율 및 응답 속도의 저하가 발생한다. 본 발명에서는 텍스처를 제어하기 위하여 소도메인의 폭과 절개부의 폭을 조정한다.

<53> 그러면 먼저, 응답 특성에 대하여 살펴본다.

<54> 도 5는 PVA 모드에서의 전극 간격(소도메인의 폭)별 응답 특성을 나타내는 그래프이다.

<55> 소도메인의 폭이 각각 $21\mu\text{m}$, $23\mu\text{m}$, $25\mu\text{m}$, $27\mu\text{m}$ 로 설정된 액정셀을 사용하여 응답 특성을 평가하여 표 1의 결과를 얻었다.

<56> 【표 1】

소도메인의 폭(μm)	21	23	25	27
ON	14.4	15.0	16.2	17.0
OFF	7.4	7.2	7.4	7.4
ON+OFF	21.8	22.2	23.6	24.4

<57> 표 1을 보면, 소도메인의 폭이 좁아질수록 응답 시간이 짧아짐을 알 수 있다. 좀 더 구체적으로 살펴보면, 오프(off) 시간은 소도메인의 폭이 좁아지더라도 별 변화가 없으나 온(on) 시간이 감소하여 이들의 합인 응답 시간이 짧아진다. 표 1의 결과를 그래프로 나타낸 것이 도 5이고, 도 5를 토대로 하여 판단할 때, 소도메인의 폭이 약 $17\mu\text{m}$ 이하가 되면 20ms 이하의 응답 시간을 기대할 수 있다.

<58> 다음 소도메인의 폭에 따른 응답 파형을 살펴본다.

<59> 도 6은 전극 간격(소도메인의 폭)별 응답 파형 곡선이고, 도 7은 전극 간격(소도메인의 폭)별 온 커스프(ON cusp) 위치를 나타내는 그래프이다.

<60> 도 6에서 알 수 있는 바와 같이, 소도메인의 폭이 좁을수록 응답 파형 곡선의 위치가 높다. 즉, 소도메인의 폭과 응답 파형 곡선의 위치는 반비례 관계에 있다. 따라서, 도 7에 나타난 바와 같이, 온 커스프의 위치도 소도메인의 간격이 좁아질수록 높아진다. 도 7을 토대로 하여 판단할 때, 소도메인의 폭이 약 $15.89\mu\text{m}$ 가 되어야 커스프가 투과율

90%에 위치한다. 이 때, 온 시간은 12ms 정도가 될 것으로 예상되며 총 응답 시간은 19.27ms가 된다.

<61> 도 8은 전국 간격(소도메인의 폭)별 텍스처의 응답 파형 곡선이다.

<62> 소도메인의 폭에 따른 텍스처의 발생 추이를 분석하기 위하여 역 편광판을 부착하고 전압 인가에 따른 텍스처의 응답 파형 및 정량적 특성을 살펴보았다. 텍스처를 정량화하기 위하여 텍스처를 다이내믹(dynamic)과 스테틱(static)으로 구분한다. 다이내믹 텍스처는 온 전압 인가 후 시간 경과에 따라 텍스처가 동적으로 변화하는 양을 말하며, 도 8에서 점선 위쪽 면적에 해당한다. 스테틱 텍스처는 텍스처가 안정화된 후 남아있는 텍스처의 양으로 도 8에서 점선 아래의 면적에 해당한다. 이들 다이내믹과 스테틱 텍스처는 다음 수식으로 표현된다.

<63> 다이내믹 텍스처 = 텍스처 투과도 변화량 x 텍스처 안정화 시간 x 0.5

<64> 스테틱 텍스처 = 다이내믹 텍스처 최소 투과도 x 텍스처 응답 파의 폭

<65> 총 텍스처 = 다이내믹 텍스처 + 스테틱 텍스처

<66> 텍스처 안정화 시간 = | 텍스처 최대 투과도 시간 - 텍스처 최소 투과도 시간 |

<67> 이상의 수식을 이용하여 도 8의 텍스처 응답 파형을 계산하면 표 2를 얻을 수 있다.

<68>

【표 2】

전극 간격[μm]	21	23	25	27
텍스처 최대 투과도	0.0450	0.0500	0.0600	0.0700
텍스처 최소 투과도	0.0360	0.0370	0.0410	0.0450
텍스처 투과도 변화량	0.0090	0.0130	0.0190	0.0250
텍스처 최대 투과도 시간[sec]	0.0160	0.0010	0.0000	0.0000
텍스처 최소 투과도 시간[sec]	0.1620	0.2130	0.2360	0.2860
텍스처 안정화 시간[sec]	0.1460	0.2120	0.2360	0.2860
다이내믹 텍스처	0.0007	0.0014	0.0023	0.0036
스태틱 텍스처	0.0184	0.0195	0.0221	0.0239
총 텍스처	0.0198	0.0214	0.0250	0.0282

<69> 표 2에 의하면 전극 간격이 좁을수록 텍스처 발생량이 감소함을 알 수 있다. 텍스처 투과도 변화량은 전극 간격에 비례하는 특성을 보인다. 온 전압 인가 후 텍스처가 안정화되는 데 소요되는 시간은 전극 간격이 넓을수록 길어진다. 즉, 전극 간격이 좁을수록 액정에 미치는 전기 효과가 강하여 도메인이 빨리 안정화되고, 따라서 응답 속도가 빨라지게 되는 것이다. PVA 모드에서 응답 시간이 20ms 이하가 되기 위해서는 총 텍스처가 0.013 이하가 되어야 한다. 표 2를 토대로 하여 판단할 때, 총 텍스처가 0.013 이하가 되기 위해서는 소도메인의 폭이 약 $17\mu\text{m}$ 이하가 되어야 한다. 또, 표 2를 토대로 하여 판단할 때, 총 텍스처의 양이 0.03 이하이기 위해서는 소도메인의 폭이 $28\mu\text{m}$ 이하로 유지되어야 하고, 총 텍스처의 양이 0.02 이하이기 위해서는 소도메인의 폭이 $22\mu\text{m}$ 이하로 유지되어야 한다.

<70> 투과 효율에 대하여 살펴본다.

<71> 먼저, 액정 표시 장치의 투과 효율에 대하여 살펴본다. PVA와 같은 다중 도메인 수직 배향 모드에서는 다른 모드와 달리 브러쉬(brush)나 텍스처 등 액정 방향성의 불안정으로 인하여 발생하는 현상이 투과 특성을 저하시키는 경우가 많다. 따라서, PVA 모

드에서는 개구율뿐만 아니라 절개 패턴의 모양 등 다양한 요소에 의하여 투과율이 결정된다.

<72> 우선 PVA 모드에서의 광 손실 요인은 표 3과 같이 3가지로 분류할 수 있다.

<73> 【표 3】

광손실 요인	세부 인자	설 명
1차 요인	개구율 색필터 흡수 편광판	1차 요인은 기계적 원인에 의한 것으로서 블랙 매트릭스나 유지 전극 배선 등의 금속 배선에 의한 흡수 및 ITO, SiNx 등 굴절율이 높은 물질에 의한 반사, 후면 편광판에 의한 흡수, 색필터에 의한 흡수 등이다. 단 전면 편광판에 의한 흡수나 ITO 절개부 면적 등은 1차 요인에 포함되지 않는다. 전면 편광판에 의한 흡수는 액정의 $\angle nd$ 등과 관련되는 요인이므로 기계적인 요인으로 보기 어렵다. 또, ITO 절개부도 빛이 투과되는 영역이므로 개구 면적에 포함된다.
2차 요인	$\angle n$ 셀갭 구동전압	전기 광학적인 요인으로 빛이 느끼는 유효 $\angle nd$ 와 관련되는 양이다. $\angle nd$ 와 구동 전압을 같은 요인으로 묶는 것은 인가 전압에 따라 빛이 느끼는 유효 $\angle nd$ 가 달라지기 때문이다. 특히 구동 전압은 절개부 영역에도 미치므로 2차 요인은 절개부 영역을 포함하여 전체 평균 구동 전압에 비례하는 요인이다. 따라서 절개부가 넓어지면 평균 구동 전압이 감소하여 2차 요인에 의한 투과광의 감소량이 많아지고 2차 효율이 감소한다.
3차 요인	텍스처	액정의 방향성이 불안정하여 텍스처나 브러시가 발생함으로써 휘도가 감소하게 되는 부분이다. PVA의 도메인 안정성과 관련되는 요소이다.

<74> 투과율과 관련된 이러한 다양한 요인들에 대하여 정량적으로 분석하기 위하여 PVA의 투과 효율에 관하여 다음과 같이 정의한다.

<75> 1차 투과 효율 = 후면 편광판만 부착한 경우의 투과 휘도/광원의 휘도

<76> 2차 투과 효율 = (정상 편광판 부착시의 투과 휘도 + 역 편광판 부착시의 투과 휘도)/후면 편광판만 부착한 경우의 투과 휘도

<77> 3차 투과 효율 = 정상 편광판 부착시의 투과 휘도/(정상 편광판 부착시의 투과 휘도 + 역 편광판 부착시의 투과 휘도)

<78> 총 투과율 = 1차 투과 효율 x 2차 투과 효율 x 3차 투과 효율

<79> 여기서, 정상 편광판 부착시란 편광판의 투과축이 액정의 거동 방향에 대하여 45° 또는 135° 를 이루도록 배치된 경우이고, 역 편광판 부착시란 편광판의 투과축이 액정의 거동 방향에 대하여 평행하거나 수직을 이루도록 배치된 경우를 의미한다. 본 발명의 실시예와 같이 소도메인이 사선 방향으로 길쭉하게 형성되는 경우에는 게이트선과 평행하거나 수직을 이루는 경우가 정상 편광판 부착시이고, 게이트선과 45° 또는 135° 를 이루는 경우가 역 편광판 부착시이다.

<80> 도 9는 전극 간격(소도메인의 폭)별 2차 투과 효율을 나타내는 그래프이고, 도 10은 전극 간격(소도메인의 폭)별 3차 투과 효율을 나타내는 그래프이다.

<81> 소도메인의 폭을 21, 23, 25 및 $27\mu\text{m}$ 로 변화시키면서 위의 정의에 따라 1, 2, 3차 효율을 분석한 결과 아래의 표 4를 얻었다.

<82> 【표 4】

소도메인의 폭 [μm]	개구율[%]	1차 효율[%]	2차 효율[%]	3차 효율[%]	총투과율 [%]	상대 투과율 (%)
21	38.7	7.25	58.76	90.37	3.85	99.50
23	39.4	7.24	59.61	89.78	3.88	100.30
25	40.0	7.26	59.63	89.21	3.86	99.70
27	40.6	7.23	60.44	88.48	3.87	100.00

<83> 표 4는 절개부의 폭을 유지한 채 소도메인의 폭만을 변화시킨 것으로서 개구율은 소도메인의 폭에 비례하는 특성을 보인다. 블랙 매트릭스나 유지 전극 배선 등의 금속 배선, 색필터 수지, 후면 편광판 등에 의한 흡수, ITO나 SiNx 등 굴절률이 높은 물질에 의한 반사, ITO 절개부의 면적 등이 유사한 조건이므로 1차 효율은 소도메인의 폭이 변하여도 별반 차이를 나타내지 않았다. 2차 효율은 전기 광학적인 요인으로 빛이 느끼는 유효 $\angle\text{nd}$ 와 관련되어 있다. 따라서 소도메인의 폭이 좁을수록 절개부가 차지하는 영

역이 많아지게 되므로 단위 면적당 평균 구동 전압이 감소하여 2차 요인에 의한 빛의 흡수가 많아지고 이에 따라 2차 효율이 감소한다. 반면에 3차 효율은 액정의 방향성이 불안정하여 텍스처나 브러시가 발생함으로써 휘도가 감소하는 정도를 나타내는 것으로서 소도메인의 폭이 좁을수록 텍스처의 발생이 감소하여 3차 효율이 증가한다. 결국, 소도메인의 폭이 좁아지면 2차 효율은 감소하나 3차 효율이 증가하여 총투과율에는 별 차이가 나타나지 않게 된다.

<84> 표 4의 2차 효율과 3차 효율을 그래프로 나타내면 도 9와 도 10이 된다. 도 9와 도 10을 토대로 하여 판단할 때, 소도메인의 간격을 $17\mu\text{m}$ 로 설정할 경우, 개구율은 37.5%, 1차 효율은 7.2%, 2차 효율은 57.8%, 3차 효율은 91.6%로 총투과율은 3.84%가 된다. 따라서 휘도 감소는 거의 발생하지 않으면서 응답 시간은 20ms 이하를 달성할 수 있다.

<85> 이상에서는 소도메인의 폭에 따른 응답 시간 및 투과율의 변화에 대하여 살펴보았으나, PVA 모드에서 응답 시간이나 투과율은 절개부의 구조에도 의존 관계를 가진다. 이하에서는 절개부의 폭에 따른 응답 시간과 투과율의 변화에 대하여 살펴본다.

<86> 도 11은 PVA 모드에서 기준 전극의 절개부 폭별 응답 특성을 나타내는 그래프이다.

<87> 기준 전극의 절개부의 폭(도 3에서 W2)을 9, 11, 13 및 $15\mu\text{m}$ 로 설정한 액정셀에 대하여 응답 특성을 측정하여 아래의 표 5를 얻었다.

<88> 【표 5】

패턴 폭 [μm]	9	11	13	15
ON	13.20	14.20	14.50	14.60
OFF	7.80	7.60	7.90	8.00
ON+OFF	21.00	21.80	22.40	22.60

<89> 표 5에 의하면, 절개부의 폭을 좁힐수록 응답 시간이 짧아짐을 알 수 있다. 절개부의 폭이 감소할수록 전극 면적이 증가하여 액정 분자에 미치는 전계의 세기가 강해져 응답 시간이 감소하는 것이다. 좀 더 구체적으로 살펴보면, 오프 시간의 개선은 없지만 온 시간은 절개부의 폭이 좁아질수록 짧아진다. 표 5의 결과를 그래프로 나타낸 것이 도 11이다. 도 11을 토대로 하여 판단할 때, 절개부의 폭이 $5\mu\text{m}$ 이하가 되면 20ms 이하의 응답 시간을 달성할 수 있다.

<90> 한편, 기본적으로 절개부의 폭은 프린지 필드(fringe field)를 형성하기 위하여 절개부폭/액정층의 셀갭(cell gap) ≥ 1.0 을 만족하여야 한다.

<91> 다음 절개부의 폭에 따른 투과율의 변화를 살펴본다.

<92> 도 12는 PVA 모드에서 기준 전극의 절개부의 폭에 대한 투과율 그래프이다.

<93> 기준 전극의 절개부의 폭(도 3에서 W2)을 9, 11, 13 및 $15\mu\text{m}$ 로 설정한 액정셀에 대하여 응답 특성을 측정하여 아래의 표 6을 얻었다.

<94> 【표 6】

소도메인의 폭 [μm]	개구율 [%]	투과율 [%]	상대 투과율 [%]
9	41.9	3.83	108.81
11	39.4	3.80	107.95
13	37.3	3.65	103.69
15	35.6	3.52	100.00

<95> 표 6을 보면, 소도메인의 폭이 감소할수록 개구율이 증가하고 이에 따라 투과율도 증가함을 알 수 있다. 표 6의 결과를 그래프로 나타낸 것이 도 12이다. 도 12를 토대로 하여 판단할 때, 도메인의 폭을 $5\mu\text{m}$ 로 줄일 경우 투과율은 약 16% 향상된다.

- <96> 이상에서는 기준 전극의 절개부 폭을 변화시키는 경우를 예로 들어 측정하였으나 화소 전극 절개부의 폭을 변화시키는 경우에도 마찬가지로의 결과를 기대할 수 있다.
- <97> 또, 절개부 대신 유전체 돌기를 도메인 분할 수단으로 사용하여도 유사한 결과를 얻을 수 있다.
- <98> 이상에서 살펴본 바와 같이 소도메인의 폭을 조정함으로써 응답 속도를 향상시킬 수 있고, 절개부의 폭을 조정함으로써 응답 속도와 투과율을 향상시킬 수 있다.
- <99> 그러면 이러한 구조와 효과를 가지는 본 발명의 실시예에 따른 액정 표시 장치용 박막 트랜지스터 기판을 제조하는 방법에 대하여 설명한다.
- <100> 먼저 도 13 내지 도 17을 참고로 하여 5매의 광마스크를 사용하는 방법에 대하여 설명한다.
- <101> 먼저, 도 13에 도시한 바와 같이, 기판(110) 위에 물리 화학적 특성이 우수한 Cr 또는 Mo 합금 등을 증착하여 제1 게이트 배선층(211, 231, 251)을 적층하고, 저항이 작은 Al 또는 Ag 합금 등을 증착하여 제2 게이트 배선층(212, 232, 252)을 적층한 다음, 패터닝하여 게이트선(121), 게이트 전극(123) 및 게이트 패드(125)를 포함하는 가로 방향으로 뻗어 있는 게이트 배선을 형성한다. 이 때, 도시하지는 않았으나 유지 전극 배선도 형성한다(제1 마스크).
- <102> 이 때, 제1 게이트 배선층(211, 231, 251)을 Mo 합금으로 형성하고 제2 게이트 배선층(212, 232, 252)을 Ag 합금으로 형성한 경우에는, 이들 두 층이 모두 Ag 합금 식각제인 인산, 질산, 초산 및 초순수(deionized water)를 혼합한 물질에 의하여 식각된다. 따라서 한 번의 식각 공정으로 이중층의 게이트 배선(121, 123, 125)을 형성할 수 있다.

또 인산, 질산, 초산 및 초순수 혼합물에 의한 Ag 합금과 Mo 합금에 대한 식각비는 Ag 합금에 대한 식각비가 더 크므로 게이트 배선에 필요한 30°정도의 테이퍼(taper) 각을 얻을 수 있다.

<103> 다음, 도 14에 도시한 바와 같이, 질화 규소로 이루어진 게이트 절연막(140), 비정질 규소층, 도핑된 비정질 규소층의 삼층막을 연속하여 적층하고, 비정질 규소층과 도핑된 비정질 규소층을 함께 사진 식각하여 게이트 전극(123) 상부의 게이트 절연막(140) 위에 반도체층(151)과 저항성 접촉층(160)을 형성한다(제2 마스크).

<104> 다음, 도 15에 도시한 바와 같이, Cr 또는 Mo 합금 등을 증착하여 제1 데이터 배선층(711, 731, 751, 791)을 적층하고, Al 또는 Ag 합금 등을 증착하여 제2 데이터 배선층(712, 732, 752, 792)을 적층한 후, 사진 식각하여 게이트선(121)과 교차하는 데이터선(171), 데이터선(171)과 연결되어 게이트 전극(121) 상부까지 연장되어 있는 소스 전극(173), 데이터선(171)은 한쪽 끝에 연결되어 있는 데이터 패드(179) 및 소스 전극(173)과 분리되어 있으며 게이트 전극(121)을 중심으로 소스 전극(173)과 마주하는 드레인 전극(175)을 포함하는 데이터 배선을 형성한다(제3 마스크).

<105> 이어, 데이터 배선(171, 173, 175, 179)으로 가리지 않는 도핑된 비정질 규소층 패턴(160)을 식각하여 게이트 전극(123)을 중심으로 양쪽으로 분리시키는 한편, 양쪽의 도핑된 비정질 규소층(163, 165) 사이의 반도체층 패턴(151)을 노출시킨다. 이어, 노출된 반도체층(151)의 표면을 안정화시키기 위하여 산소 플라즈마를 실시하는 것이 바람직하다.

<106> 다음으로, 도 16에 나타낸 바와 같이, a-Si:C:O 막 또는 a-Si:O:F 막을 화학

기상 증착(CVD) 법에 의하여 성장시키거나 질화규소 등의 무기 절연막을 증착하거나 아크릴계 물질 등의 유기 절연막을 도포하여 보호막(180)을 형성한다. 이 때, a-Si:C:O 막의 경우에는 기체 상태의 $\text{SiH}(\text{CH}_3)_3$, $\text{SiO}_2(\text{CH}_3)_4$, $(\text{SiH})_4\text{O}_4(\text{CH}_3)_4$, $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4$ 등을 기본 소스로 사용하고, N_2O 또는 O_2 등의 산화제와 Ar 또는 He 등을 혼합한 기체를 흘리면서 증착한다. 또, a-Si:O:F 막의 경우에는 SiH_4 , SiF_4 등에 O_2 를 첨가한 기체를 흘리면서 증착한다. 이 때, 불소의 보조 소스로서 CF_4 를 첨가할 수도 있다.

<107> 이어, 사진 식각 공정으로 게이트 절연막(140)과 함께 보호막(180)을 패터닝하여, 게이트 패드(125), 드레인 전극(175) 및 데이터 패드(179)를 드러내는 접촉구(181, 182, 183)를 형성한다. 여기서, 접촉구(181, 182, 183)는 각을 가지는 모양 또는 원형의 모양으로 형성할 수 있으며, 패드(125, 179)를 드러내는 접촉 구멍(125, 179)의 면적은 $2\text{mm} \times 60\mu\text{m}$ 를 넘지 않으며, $0.5\text{mm} \times 15\mu\text{m}$ 이상인 것이 바람직하다. 한편, 도시하지는 않았으나 유지 배선 연결 다리가 유지 전극선과 유지 전극과 접촉하기 위한 접촉구도 이 단계에서 형성한다(제4 마스크).

<108> 다음, 마지막으로 도 17에 도시한 바와 같이, ITO 또는 IZO막을 증착하고 사진 식각하여 제1 접촉 구멍(181)을 통하여 드레인 전극(175)과 연결되는 화소 전극(190)과 제2 및 제3 접촉 구멍(182, 183)을 통하여 게이트 패드(125) 및 데이터 패드(179)와 각각 연결되는 보조 게이트 패드(95) 및 보조 데이터 패드(97)를 형성한다. ITO나 IZO를 적층하기 전의 예열(pre-heating) 공정에서 사용하는 기체는 질소를 이용하는 것이 바람직하다. 이는 접촉구(181, 182, 183)를 통해 노출되어 있는 금속막의 상부에 금속 산화막이 형성되는 것을 방지하기 위함이다. 한편, 도시하지는 않았으나 유지 배선 연결 다리도 이 단계에서 함께 형성한다(제5 마스크).

- <109> 4매의 광마스크를 사용하여 본 발명의 실시예에 따른 박막 트랜지스터 기판을 제조하는 방법에 대하여 설명한다.
- <110> 도 18a, 18b 내지 도 26a, 26b는 본 발명의 실시예에 따른 액정 표시 장치용 박막 트랜지스터 기판을 4매 마스크 공정으로 제조하는 공정을 순서대로 나타내는 단면도이다.
- <111> 먼저, 도 18a 내지 18b에 도시한 바와 같이, 제1 실시예와 동일하게 물리 화학적 특성이 우수한 Cr 또는 Mo 합금 등을 증착하여 제1 게이트 배선층(211, 231, 251, 311)을 적층하고, 저항이 작은 Al 또는 Ag 합금 등을 증착하여 제2 게이트 배선층(211, 231, 251, 311)을 적층한 다음, 사진 식각하여 게이트선(121), 게이트 패드(125), 게이트 전극(123)을 포함하는 게이트 배선과 유지 전극 배선(131)을 형성한다. (제1 마스크)
- <112> 다음, 도 19a 및 19b에 도시한 바와 같이, 질화 규소로 이루어진 게이트 절연막(140), 반도체층(150), 접촉층(160)을 화학 기상 증착법을 이용하여 각각 1,500 Å 내지 5,000 Å, 500 Å 내지 2,000 Å, 300 Å 내지 600 Å의 두께로 연속 증착하고, 이어 Cr 또는 Mo 합금 등으로 이루어진 제1 도전막(701)과 Al 또는 Ag 합금으로 이루어진 제2 도전막(702) 스퍼터링 등의 방법으로 증착하여 도전체층(170)을 형성한 다음 그 위에 감광막(PR)을 1μm 내지 2μm의 두께로 도포한다.
- <113> 그 후, 마스크를 통하여 감광막(PR)에 빛을 조사한 후 현상하여, 도 19a 및 19b에 도시한 바와 같이, 감광막 패턴(PR1, PR2)을 형성한다. 이때, 감광막 패턴(PR1, PR2) 중에서 박막 트랜지스터의 채널부(C), 즉 소스 전극(173)과 드레인 전극(175) 사이에 위치한 제2 부분(PR2)은 데이터 배선부(A), 즉 데이터 배선이 형성될 부분에 위치한 제1 부분(PR1)보다 두께가 작게 되도록 하며, 기타 부분(B)의 감광막은 모두 제거한다. 이

때, 채널부(C)에 남아 있는 감광막(PR2)의 두께와 데이터 배선부(A)에 남아 있는 감광막(PR1)의 두께의 비는 후에 후술할 식각 공정에서의 공정 조건에 따라 다르게 하여야 하되, 제2 부분(PR2)의 두께를 제1 부분(PR1)의 두께의 $1/2$ 이하로 하는 것이 바람직하며, 예를 들면, $4,000 \text{ \AA}$ 이하인 것이 좋다.

<114> 이와 같이, 위치에 따라 감광막의 두께를 달리하는 방법으로 여러 가지가 있을 수 있으며, A 영역의 빛 투과량을 조절하기 위하여 주로 슬릿(slit)이나 격자 형태의 패턴을 형성하거나 반투명막을 사용한다.

<115> 이때, 슬릿 사이에 위치한 패턴의 선 폭이나 패턴 사이의 간격, 즉 슬릿의 폭은 노광시 사용하는 노광기의 분해능보다 작은 것이 바람직하며, 반투명막을 이용하는 경우에는 마스크를 제작할 때 투과율을 조절하기 위하여 다른 투과율을 가지는 박막을 이용하거나 두께가 다른 박막을 이용할 수 있다.

<116> 이와 같은 마스크를 통하여 감광막에 빛을 조사하면 빛에 직접 노출되는 부분에서는 고분자들이 완전히 분해되며, 슬릿 패턴이나 반투명막이 형성되어 있는 부분에서는 빛의 조사량이 적으므로 고분자들은 완전 분해되지 않은 상태이며, 차광막으로 가려진 부분에서는 고분자가 거의 분해되지 않는다. 이어 감광막을 현상하면, 고분자 분자들이 분해되지 않은 부분만이 남고, 빛이 적게 조사된 중앙 부분에는 빛에 전혀 조사되지 않은 부분보다 얇은 두께의 감광막이 남길 수 있다. 이때, 노광 시간을 길게 하면 모든 분자들이 분해되므로 그렇게 되지 않도록 해야 한다.

<117> 이러한 얇은 두께의 감광막(PR2)은 리플로우가 가능한 물질로 이루어진 감광막을 이용하고 빛이 완전히 투과할 수 있는 부분과 빛이 완전히 투과할 수 없는 부분으로 나

뉘어진 통상적인 마스크로 노광한 다음 현상하고 리플로우시켜 감광막이 잔류하지 않는 부분으로 감광막의 일부를 흘러내리도록 함으로써 형성할 수도 있다.

<118> 이어, 감광막 패턴(PR2) 및 그 하부의 막들, 즉 도전체층(170), 접촉층(160) 및 반도체층(150)에 대한 식각을 진행한다. 이때, 데이터 배선부(A)에는 데이터 배선 및 그 하부의 막들이 그대로 남아 있고, 채널부(C)에는 반도체층만 남아 있어야 하며, 나머지 부분(B)에는 위의 3개 층(150, 160, 170)이 모두 제거되어 게이트 절연막(140)이 드러나야 한다.

<119> 먼저, 도 21a 및 도 21b에 도시한 것처럼, 기타 부분(B)의 노출되어 있는 도전체층(170)을 제거하여 그 하부의 접촉층(160)을 노출시킨다. 이 과정에서는 건식 식각 또는 습식 식각 방법을 모두 사용할 수 있으며, 이때 도전체층(170)은 식각되고 감광막 패턴(PR1, PR2)은 거의 식각되지 않는 조건하에서 행하는 것이 좋다. 그러나, 건식 식각의 경우 도전체층(170)만을 식각하고 감광막 패턴(PR1, PR2)은 식각되지 않는 조건을 찾기가 어려우므로 감광막 패턴(PR1, PR2)도 함께 식각되는 조건하에서 행할 수 있다. 이 경우에는 습식 식각의 경우보다 제2 부분(PR2)의 두께를 두껍게 하여 이 과정에서 제2 부분(PR2)이 제거되어 하부의 도전체층(170)이 드러나는 일이 생기지 않도록 한다.

<120> 이렇게 하면, 도 21a 및 도 21b에 나타낸 것처럼, 채널부(C) 및 데이터 배선부(B)의 도전체층(171, 173, 175, 179)과 유지 용량용 전극(177)만이 남고 기타 부분(B)의 도전체층은 모두 제거되어 그 하부의 접촉층(160)이 드러난다. 이때 남은 도전체 패턴(171, 173, 175, 179)은 소스 및 드레인 전극(173, 175)이 분리되지 않고 연결되어 있는

점을 제외하면 데이터 배선(171, 173, 175, 179)의 형태와 동일하다. 또한 건식 식각을 사용한 경우 감광막 패턴(PR1, PR2)도 어느 정도의 두께로 식각된다.

<121> 이어, 도 22a 및 22b에 도시한 바와 같이, 기타 부분(B)의 노출된 접촉층(160) 및 그 하부의 반도체층(150)을 감광막의 제2 부분(PR2)과 함께 건식 식각 방법으로 동시에 제거한다. 이 때의 식각은 감광막 패턴(PR1, PR2)과 접촉층(160) 및 반도체층(150)(반도체층과 중간층은 식각 선택성이 거의 없음)이 동시에 식각되며 게이트 절연막(140)은 식각되지 않는 조건하에서 행하여야 하며, 특히 감광막 패턴(PR1, PR2)과 반도체층(150)에 대한 식각비가 거의 동일한 조건으로 식각하는 것이 바람직하다. 예를 들어, SF₆과 HCl의 혼합 기체나, SF₆과 O₂의 혼합 기체를 사용하면 거의 동일한 두께로 두 막을 식각할 수 있다. 감광막 패턴(PR1, PR2)과 반도체층(150)에 대한 식각비가 동일한 경우 제2 부분(PR2)의 두께는 반도체층(150)과 중간층(160)의 두께를 합한 것과 같거나 그보다 작아야 한다.

<122> 이렇게 하면, 도 22a 및 22b에 나타낸 바와 같이, 채널부(C)의 제2 부분(PR2)이 제거되어 소스/드레인용 도전체 패턴(173, 175)이 드러나고, 기타 부분(B)의 접촉층(160) 및 반도체층(150)이 제거되어 그 하부의 게이트 절연막(140)이 드러난다. 한편, 데이터 배선부(A)의 제1 부분(PR1) 역시 식각되므로 두께가 얇아진다. 또한, 이 단계에서 반도체 패턴(151, 153, 157)이 완성된다. 반도체 패턴(151, 153, 157)의 위에는 접촉층(161, 163, 165, 169)이 형성되어 있다.

<123> 이어 애싱(ashing)을 통하여 채널부(C)의 소스/드레인용 도전체 패턴(173, 175) 표면에 남아 있는 감광막 찌꺼기를 제거한다.

<124> 다음, 도 23a 및 23b에 도시한 바와 같이 채널부(C)의 소스/드레인용 도전체 패턴(173, 175) 및 그 하부의 소스/드레인용 접촉층 패턴(163, 165)을 식각하여 제거한다. 이 때, 식각은 소스/드레인용 도전체 패턴(173, 175)과 접촉층 패턴(163, 165) 모두에 대하여 건식 식각만으로 진행할 수도 있으며, 소스/드레인용 도전체 패턴(173, 175)에 대해서는 습식 식각으로, 접촉층 패턴(163, 165)에 대해서는 건식 식각으로 행할 수도 있다. 전자의 경우 소스/드레인용 도전체 패턴(173, 175)과 접촉층 패턴(163, 165)의 식각 선택비가 큰 조건하에서 식각을 행하는 것이 바람직하며, 이는 식각 선택비가 크지 않을 경우 식각 종점을 찾기가 어려워 채널부(C)에 남는 반도체 패턴(151)의 두께를 조절하기가 쉽지 않기 때문이다. 습식 식각과 건식 식각을 번갈아 하는 후자의 경우에는 습식 식각되는 소스/드레인용 도전체 패턴(173, 175)의 측면은 식각되지만, 건식 식각되는 접촉층 패턴(163, 165)은 거의 식각되지 않으므로 계단 모양으로 만들어진다. 접촉층(163, 165) 및 반도체 패턴(151)을 식각할 때 사용하는 식각 기체의 예로는 CF_4 와 HCl 의 혼합 기체나 CF_4 와 O_2 의 혼합 기체를 들 수 있으며, CF_4 와 O_2 를 사용하면 균일한 두께로 반도체 패턴(151)을 남길 수 있다. 이때, 도 22b에 도시한 것처럼 반도체 패턴(151)의 일부가 제거되어 두께가 작아질 수도 있으며 감광막 패턴의 제1 부분(PR1)도 이때 어느 정도의 두께로 식각된다. 이때의 식각은 게이트 절연막(140)이 식각되지 않는 조건으로 행하여야 하며, 제1 부분(PR1)이 식각되어 그 하부의 데이터 배선(171, 173, 175, 179) 및 유지 용량용 전극(177)이 드러나는 일이 없도록 감광막 패턴이 두꺼운 것이 바람직함은 물론이다.

<125> 이렇게 하면, 소스 전극(173)과 드레인 전극(175)이 분리되면서 데이터 배선(171, 173, 175, 179)과 그 하부의 접촉층 패턴(161, 163, 165)이 완성된다.

- <126> 마지막으로 데이터 배선부(A)에 남아 있는 감광막 제1 부분(PR1)을 제거한다. 그러나, 제1 부분(PR1)의 제거는 채널부(C) 소스/드레인용 도전체 패턴(173, 175)을 제거한 후 그 밑의 접촉층 패턴(163, 165)을 식각하기 전에 이루어질 수도 있다.
- <127> 앞에서 설명한 것처럼, 습식 식각과 건식 식각을 교대로 하거나 건식 식각만을 사용할 수 있다. 후자의 경우에는 한 종류의 식각만을 사용하므로 공정이 비교적 간편하지만, 알맞은 식각 조건을 찾기가 어렵다. 반면, 전자의 경우에는 식각 조건을 찾기가 비교적 쉬우나 공정이 후자에 비하여 번거로운 점이 있다.
- <128> 다음, 도 24a 및 도 24b에 도시한 바와 같이, a-Si:C:O 막 또는 a-Si:O:F 막을 화학 기상 증착(CVD) 법에 의하여 성장시키거나 질화규소 등의 무기 절연 물질을 증착하거나 또는 아크릴계 물질 등의 유기 절연 물질을 도포하여 보호막(180)을 형성한다. 이 때, a-Si:C:O 막의 경우에는 기체 상태의 $\text{SiH}(\text{CH}_3)_3$, $\text{SiO}_2(\text{CH}_3)_4$, $(\text{SiH})_4\text{O}_4(\text{CH}_3)_4$, $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4$ 등을 기본 소스로 사용하고, N_2O 또는 O_2 등의 산화제와 Ar 또는 He 등을 혼합한 기체를 흘리면서 증착한다. 또, a-Si:O:F 막의 경우에는 SiH_4 , SiF_4 등에 O_2 를 첨가한 기체를 흘리면서 증착한다. 이 때, 불소의 보조 소스로서 CF_4 를 첨가할 수도 있다. (제2 마스크)
- <129> 이어, 도 25a 및 도 25b 도시한 바와 같이, 보호막(180)을 게이트 절연막(140)과 함께 사진 식각하여 드레인 전극(175), 게이트 패드(125), 데이터 패드(179) 및 유지 용량용 전극(177)을 각각 드러내는 접촉구(181, 182, 183, 184)를 형성한다. 이때, 패드(125, 179)를 드러내는 접촉구(182, 183)의 면적은 $2\text{mm} \times 60\mu\text{m}$ 를 넘지 않으며, $0.5\text{mm} \times 15\mu\text{m}$ 이상인 것이 바람직하다. 한편, 도시하지는 않았으나 유지 배선 연결 다리가 유지 전극선과 유지 전극과 접촉하기 위한 접촉구도 이 단계에서 형성한다. (제3 마스크)

<130> 마지막으로, 도 26a 및 도 26b에 도시한 바와 같이, 400 Å 내지 500 Å 두께의 ITO층 또는 IZO층을 증착하고 사진 식각하여 드레인 전극(175) 및 유지 용량용 전극(177)과 연결된 화소 전극(190), 게이트 패드(125)와 연결된 보조 게이트 패드(95) 및 데이터 패드(179)와 연결된 보조 데이터 패드(97)를 형성한다. 한편, 도시하지는 않았으나 유지 배선 연결 다리도 이 단계에서 함께 형성한다. (제4 마스크)

<131> 이때, 화소 전극(190), 보조 게이트 패드(95) 및 보조 데이터 패드(97)를 IZO로 형성하는 경우에는 식각액으로 크롬 식각액을 사용할 수 있어서 이들을 형성하기 위한 사진 식각 과정에서 접촉구를 통해 드러난 데이터 배선이나 게이트 배선 금속이 부식되는 것을 방지할 수 있다. 이러한 크롬 식각액으로는 $(\text{HNO}_3/(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_6/\text{H}_2\text{O})$ 등이 있다. 또한, 접촉부의 접촉 저항을 최소화하기 위해서는 IZO를 상온에서 200℃ 이하의 범위에서 적층하는 것이 바람직하며, IZO 박막을 형성하기 위해 사용하는 표적(target)은 In_2O_3 및 ZnO 를 포함하는 것이 바람직하며, ZnO의 함유량은 15-20 at% 범위인 것이 바람직하다.

<132> 한편, ITO나 IZO를 적층하기 전의 예열(pre-heating) 공정에서 사용하는 기체로는 질소를 사용하는 것이 바람직하며, 이는 접촉구(181, 182, 183, 184)를 통해 드러난 금속막의 상부에 금속 산화막이 형성되는 것을 방지하기 위함이다.

<133> 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하

는 것이다. 특히, 화소 전극과 기준 전극에 형성하는 절개부의 배치는 여러 다양한 변형이 있을 수 있다.

【발명의 효과】

<134> 이상과 같은 구성을 통하여 액정 표시 장치의 개구율을 향상시킬 수 있고, 화상 신호의 왜곡을 감소시킬 수 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

제1 절연 기판,
상기 제1 절연 기판 위에 형성되어 있는 게이트선,
상기 게이트선 위에 형성되어 있는 게이트 절연막,
상기 게이트 절연막 위에 형성되어 있는 데이터선,
상기 데이터선 위에 형성되어 있는 보호막,
상기 보호막 위에 형성되어 있는 화소 전극,
상기 제1 절연 기판과 대향하고 있는 제2 절연 기판,
상기 제2 절연 기판 위에 형성되어 있는 기준 전극,
상기 제1 기판 및 상기 제2 기판 중의 적어도 하나에 형성되어 있는 제1 도메인 분할 수단,
상기 제1 기판 및 상기 제2 기판 중의 적어도 하나에 형성되어 있으며 상기 제1 도메인 분할 수단과 함께 화소 영역을 다수의 소도메인으로 분할하는 제2 도메인 분할 수단
을 포함하고, 상기 소도메인의 폭은 $30\mu\text{m}$ 이하인 액정 표시 장치.

【청구항 2】

제1항에서,
상기 소도메인의 폭은 $28\mu\text{m}$ 이하인 액정 표시 장치.

【청구항 3】

제2항에서,

상기 소도메인의 폭은 $22\mu\text{m}$ 이하인 액정 표시 장치.

【청구항 4】

제3항에서,

상기 소도메인의 폭은 $17\mu\text{m}$ 이하인 액정 표시 장치.

【청구항 5】

제1항에서,

상기 제1 도메인 분할 수단은 상기 화소 전극이 가지는 절개 패턴이고, 상기 제2 도메인 분할 수단은 상기 기준 전극이 가지는 절개 패턴인 액정 표시 장치.

【청구항 6】

제5항에서,

상기 제2 도메인 분할 수단의 폭은 $24\mu\text{m}$ 이하인 액정 표시 장치.

【청구항 7】

제6항에서,

상기 제2 도메인 분할 수단의 폭은 $5\mu\text{m}$ 이하인 액정 표시 장치.

【청구항 8】

제1항에서,

상기 소도메인의 길이 방향은 상기 게이트선에 대하여 45°또는 135°를 이루는 액정 표시 장치.

【청구항 9】

제1항에서,

상기 데이터선은 비정질 규소층, 도핑된 비정질 규소층, 금속층의 3중층으로 이루어진 액정 표시 장치.

【청구항 10】

제1 절연 기판,

상기 제1 절연 기판 위에 형성되어 있으며 게이트선, 상기 게이트선과 연결되어 있는 게이트 전극 및 상기 게이트선과 연결되어 있는 게이트 패드를 포함하는 게이트 배선,

상기 제1 절연 기판 위에 형성되어 있으며 유지 전극선 및 그 가지인 유지 전극을 포함하는 유지 전극 배선,

상기 게이트 배선 및 유지 전극 배선 위에 형성되어 있는 게이트 절연막,

상기 게이트 절연막 위에 형성되어 있는 비정질 규소층,

상기 비정질 규소층 위에 형성되어 있는 접촉층,

상기 접촉층 위에 형성되어 있으며 상기 게이트선과 교차하는 데이터선, 상기 데이터선과 연결되어 있는 데이터 패드, 상기 데이터선과 연결되어 있으며 상기 게이트 전극에 인접하는 소스 전극 및 상기 게이트 전극에 대하여 상기 소스 전극의 맞은 편에 위치하는 드레인 전극을 포함하는 데이터 배선,

상기 데이터 배선 위에 형성되어 있는 보호막,

상기 보호막 위에 형성되어 있고 상기 드레인 전극과 연결되어 있으며 제1 절개 패턴을 가지는 화소 전극,

상기 제1 절연 기판과 대향하는 제2 절연 기판,

상기 제2 절연 기판 위에 형성되어 있으며 화소 영역을 구획하는 블랙 매트릭스,

상기 화소 영역 각각에 형성되어 있는 색필터,

상기 색필터 위에 형성되어 있으며 제2 절개 패턴을 가지는 기준 전극을 포함하고, 상기 제2 절개 패턴의 폭은 $24\mu\text{m}$ 이하인 액정 표시 장치.

【청구항 11】

제10항에서,

상기 제1 절연 기판과 상기 제2 절연 기판 사이에 협지되어 있으며 그에 포함되어 있는 액정 분자가 전계가 인가되지 않은 상태에서 상기 제1 절연 기판에 대하여 수직으로 배향되어 있는 액정층을 더 포함하는 액정 표시 장치.

【청구항 12】

제11항에서,

상기 제2 절개 패턴은 폭이 $5\mu\text{m}$ 이하인 액정 표시 장치.

【청구항 13】

제11항에서,

상기 제1 및 제2 절개 패턴의 폭은 상기 액정층의 셀갭보다 크거나 같은 액정 표시 장치.

【청구항 14】

제11항에서,

상기 제1 절개 패턴과 상기 제2 절개 패턴은 화소 영역을 다수의 소도메인으로 분할하고, 상기 소도메인의 폭은 $28\mu\text{m}$ 이하인 액정 표시 장치.

【청구항 15】

제14항에서,

상기 소도메인의 폭은 $22\mu\text{m}$ 이하인 액정 표시 장치.

【청구항 16】

제15항에서,

상기 소도메인의 폭은 $17\mu\text{m}$ 이하인 액정 표시 장치.

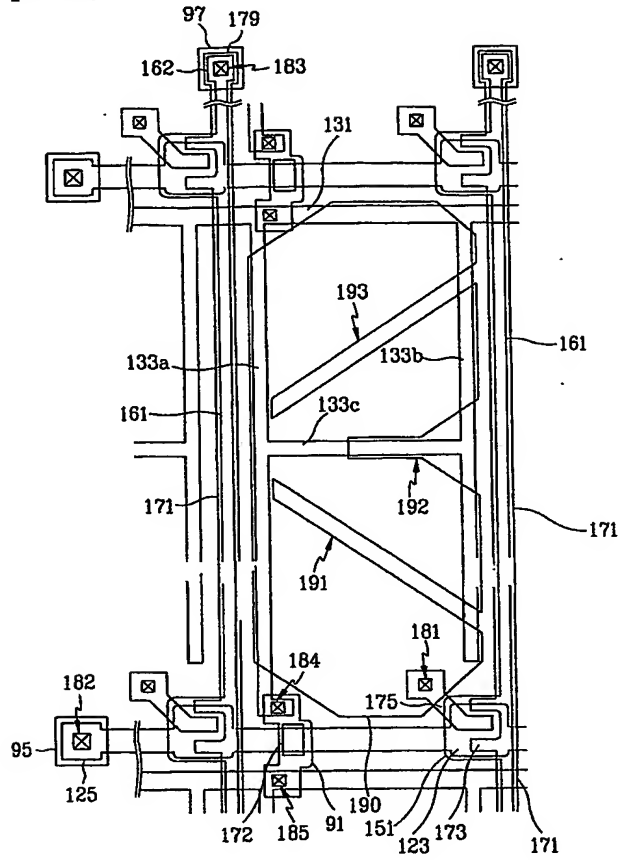
【청구항 17】

제11항에서,

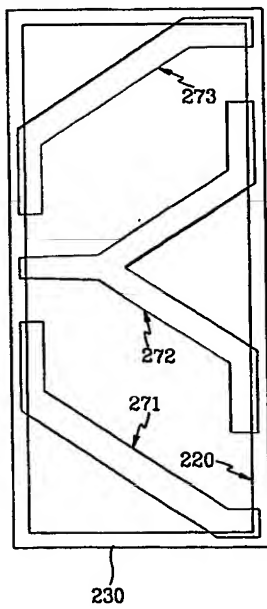
상기 색필터와 상기 기준 전극 사이에 형성되어 있는 오버코트막을 더 포함하는 액정 표시 장치.

【도면】

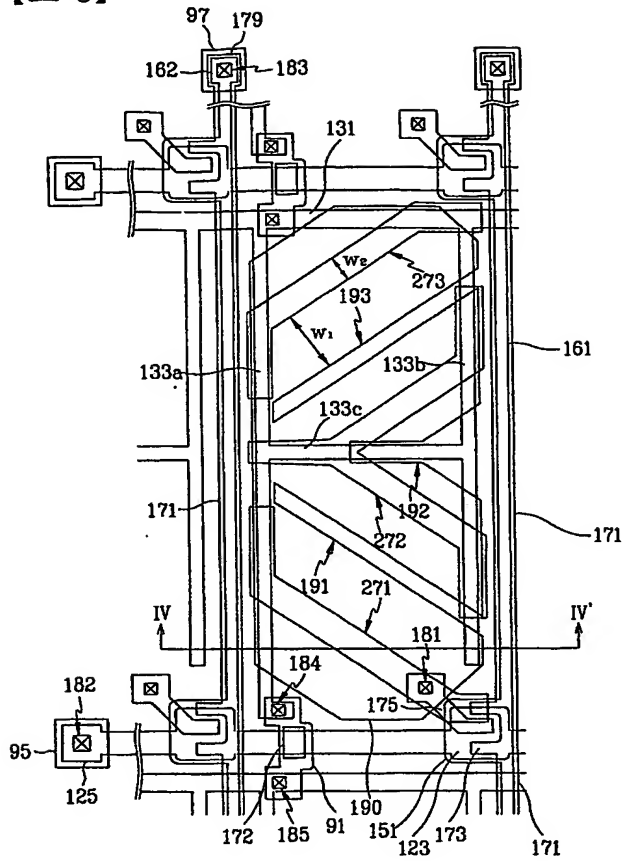
【도 1】



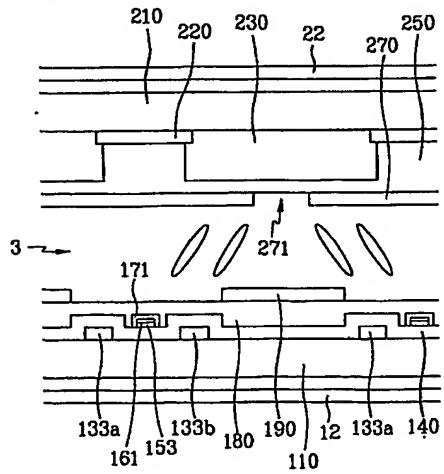
【도 2】



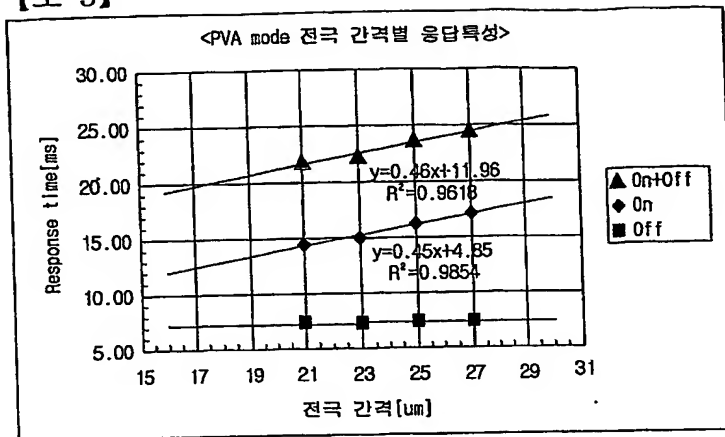
【도 3】



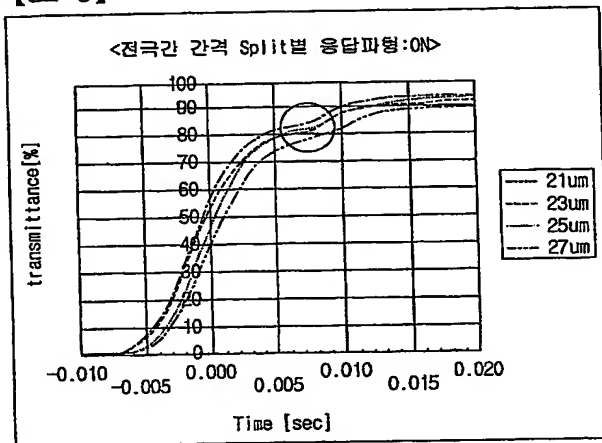
【도 4】



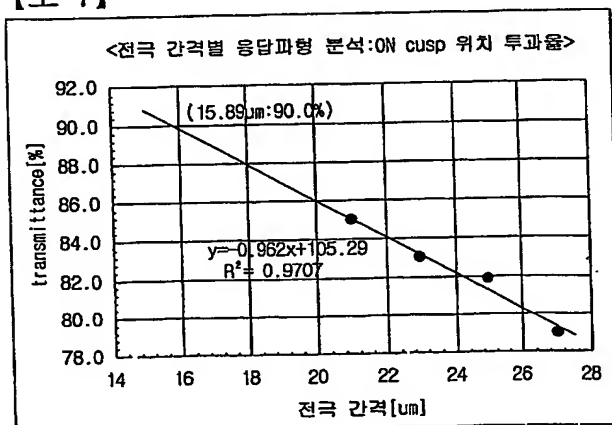
【도 5】



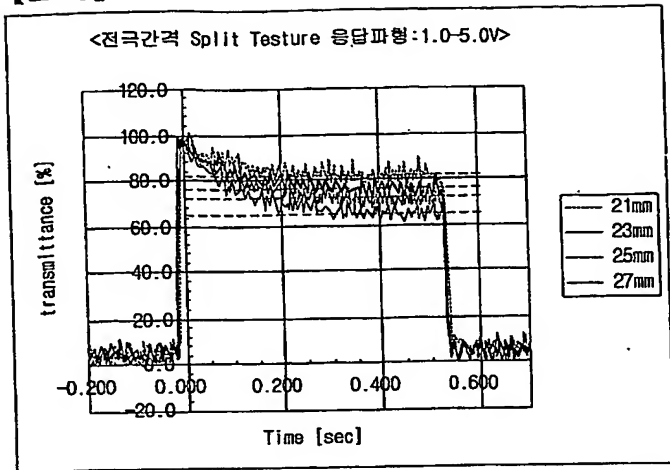
【도 6】



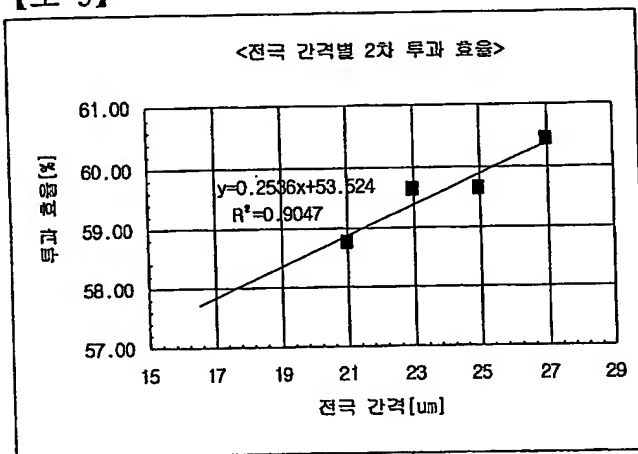
【도 7】



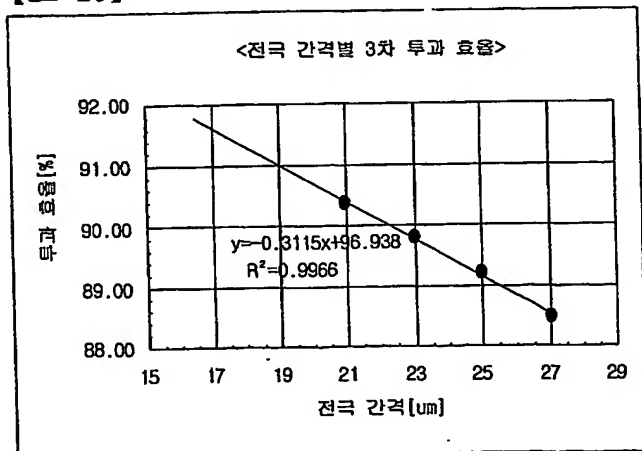
【도 8】



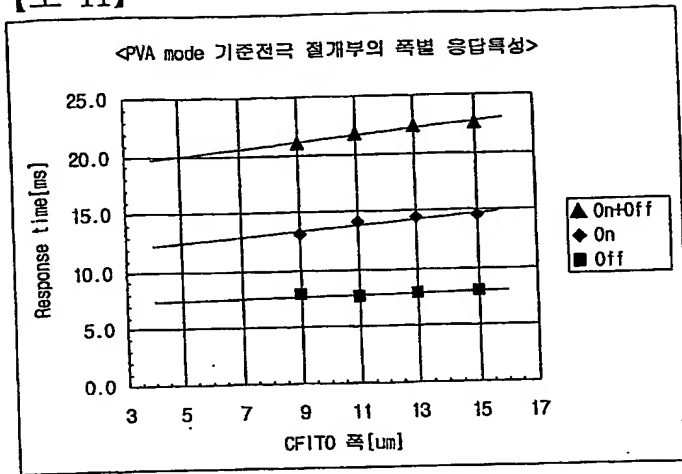
【도 9】



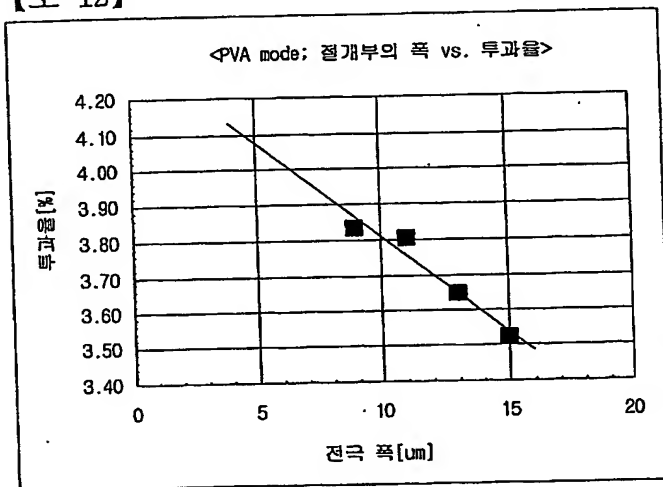
【도 10】



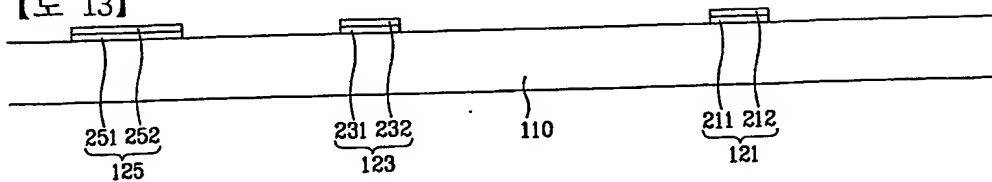
【도 11】



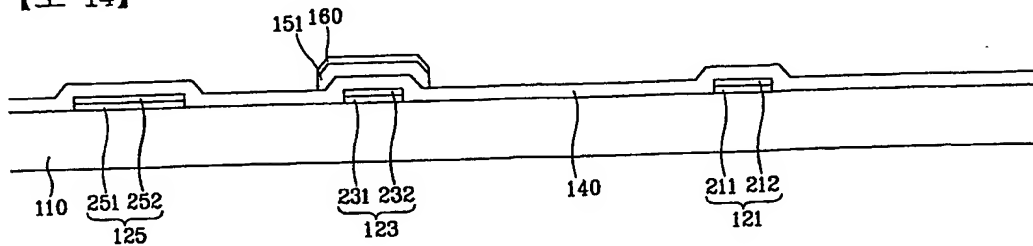
【도 12】



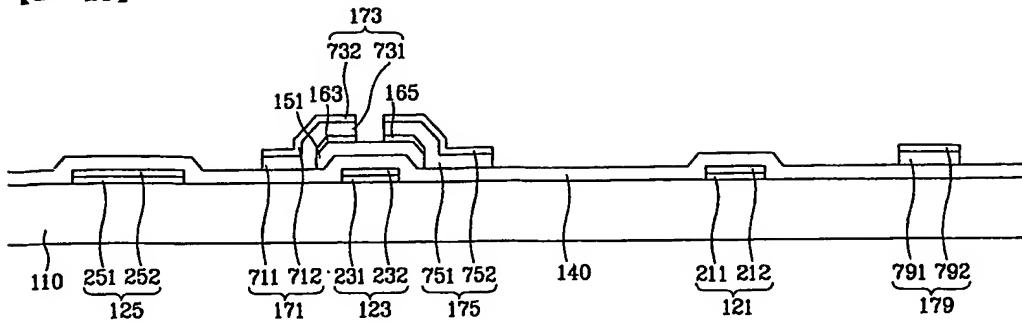
【도 13】



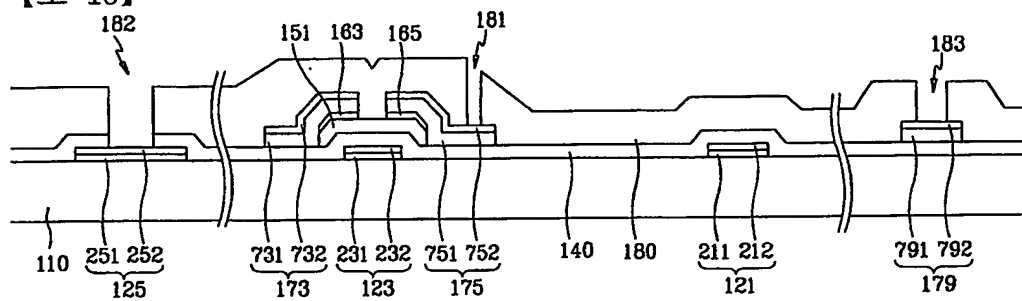
【도 14】



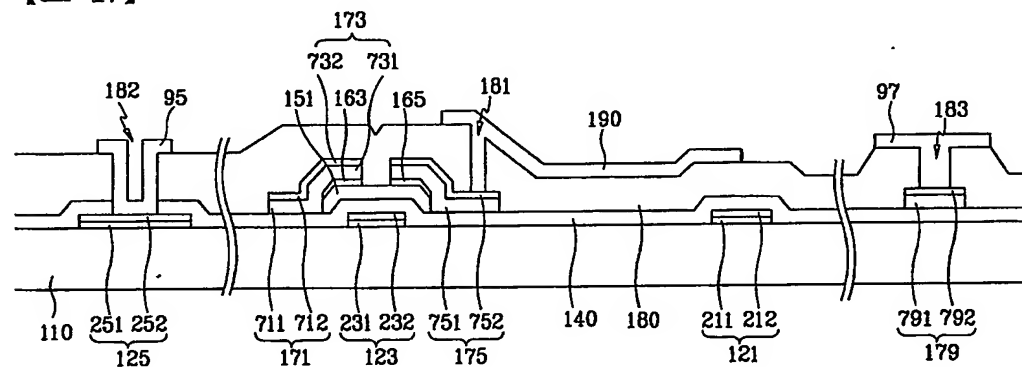
【도 15】



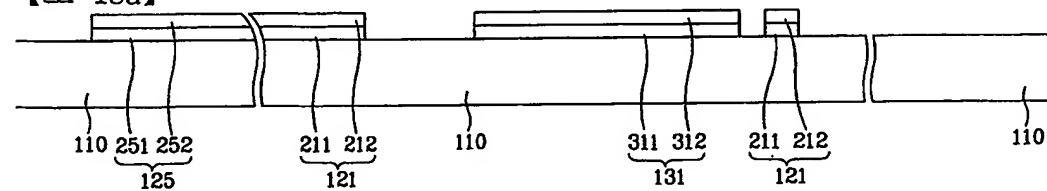
【도 16】



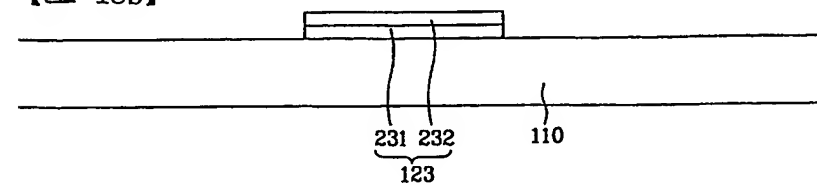
【도 17】



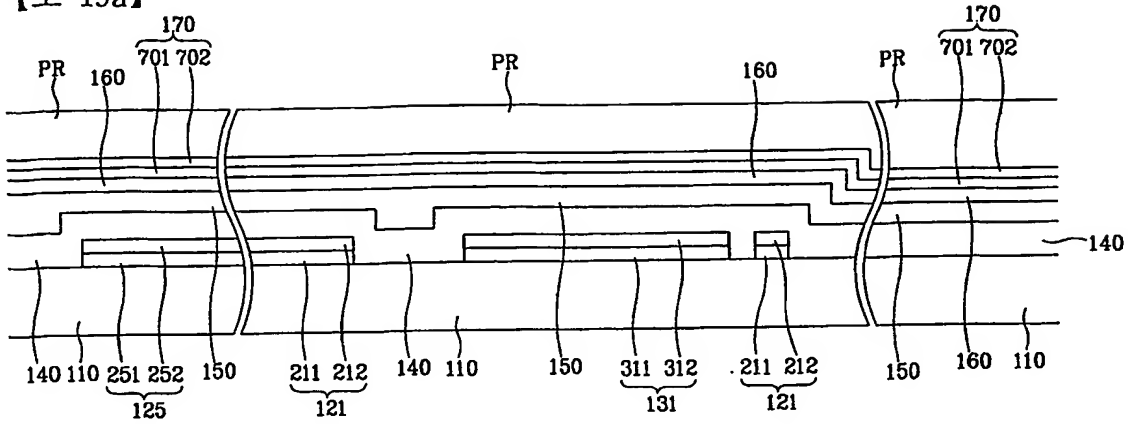
【도 18a】



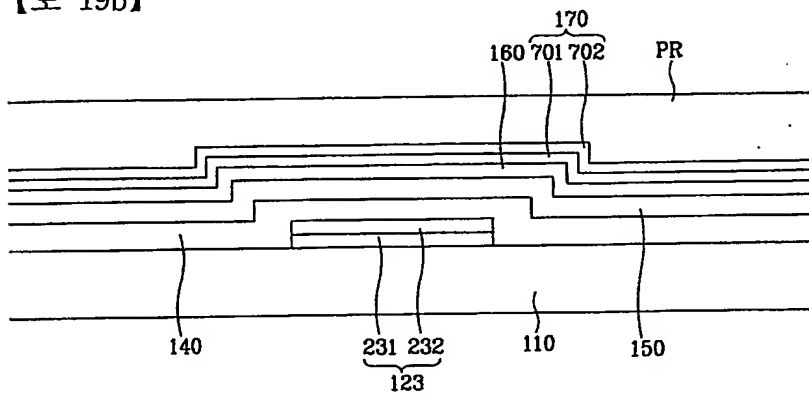
【도 18b】



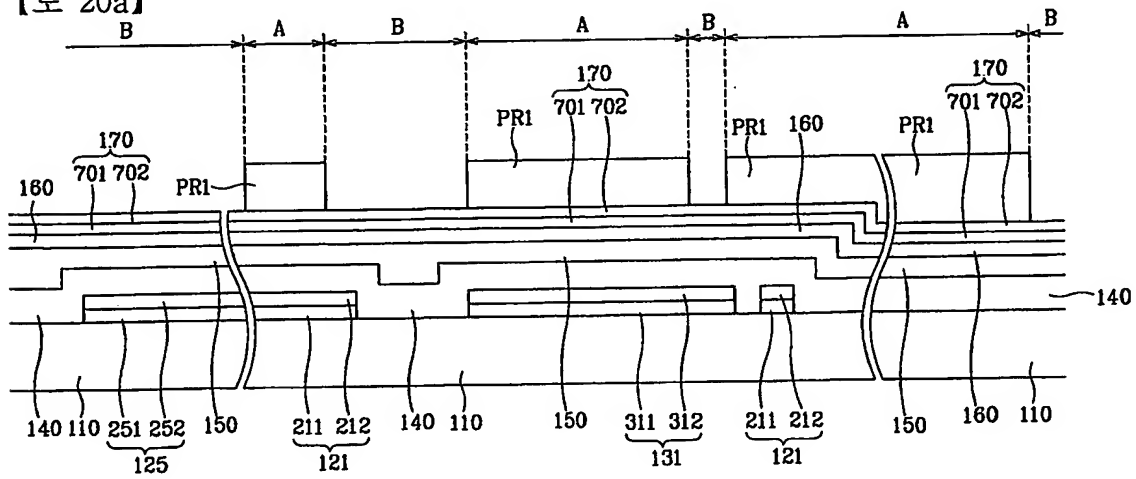
【도 19a】



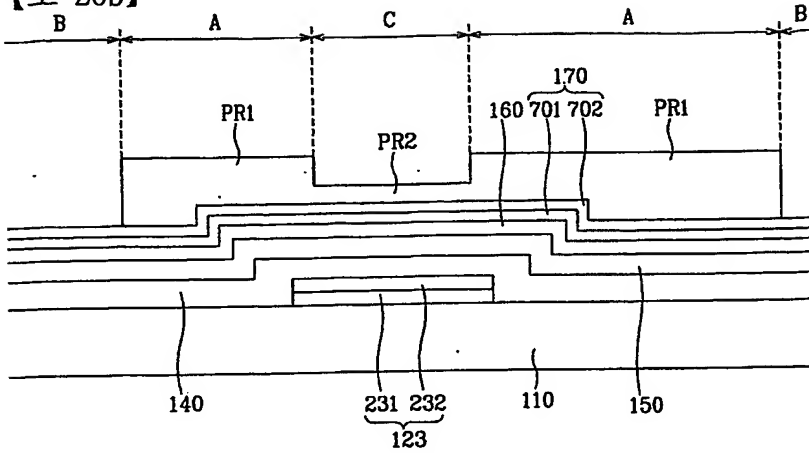
【五 19b】



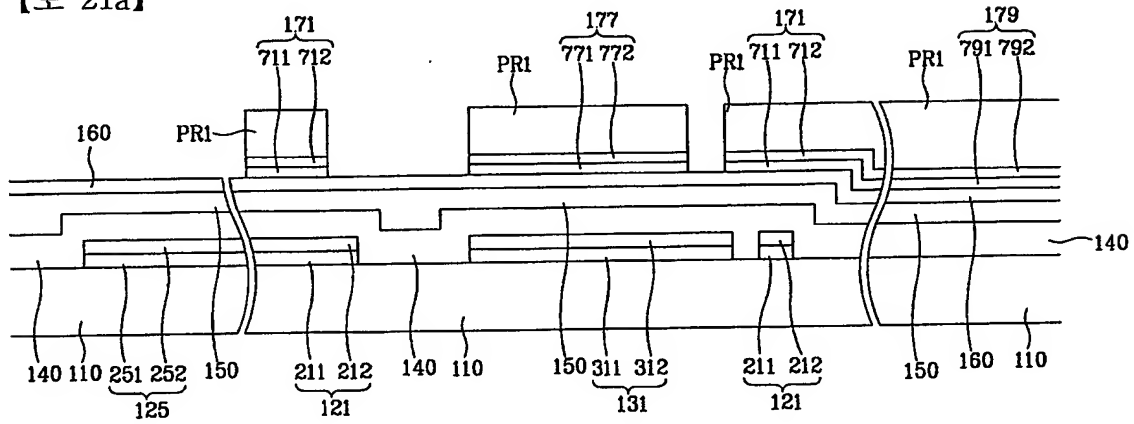
【도 20a】



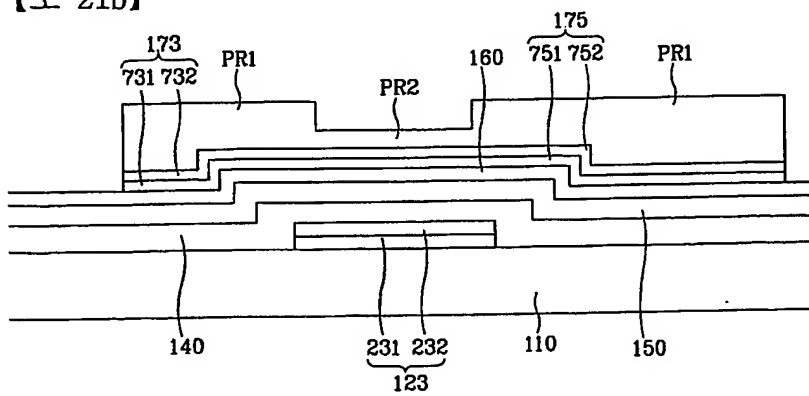
【도 20b】



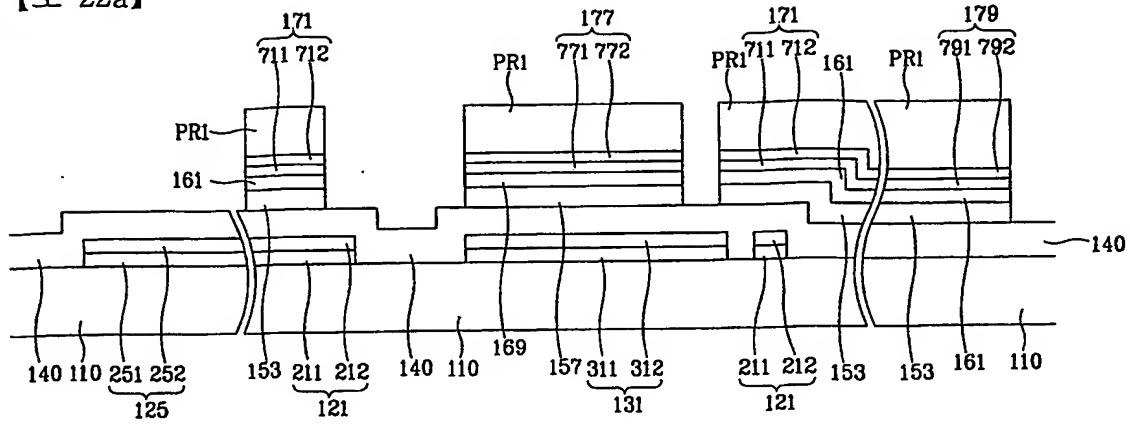
【도 21a】



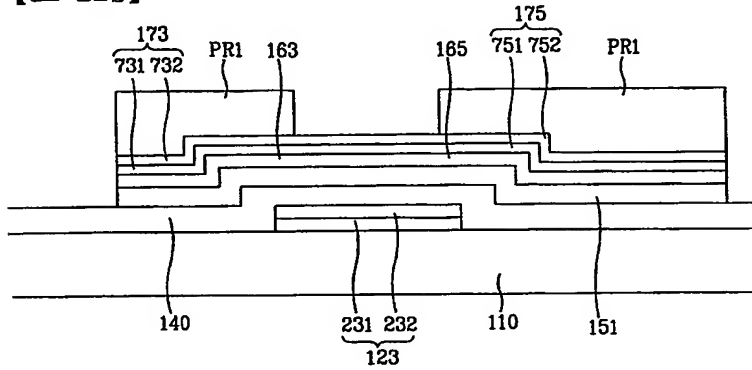
【도 21b】



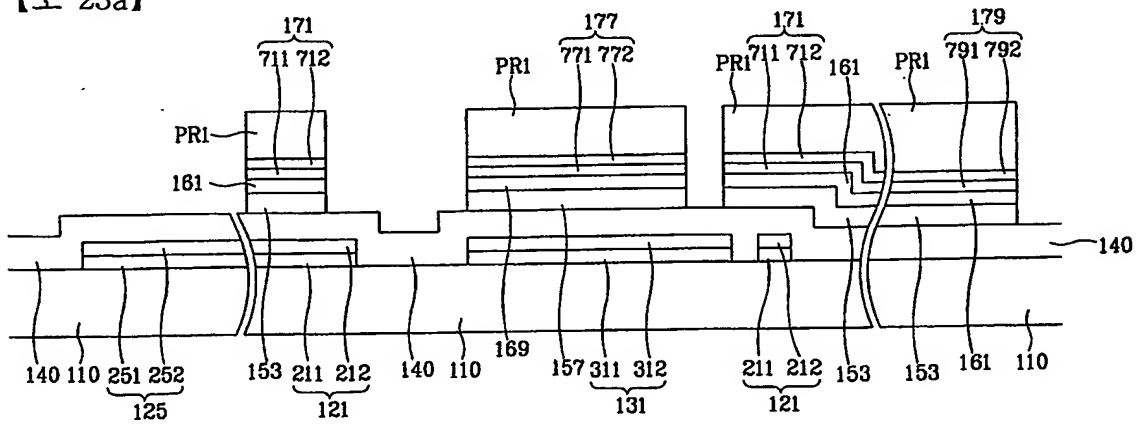
【도 22a】



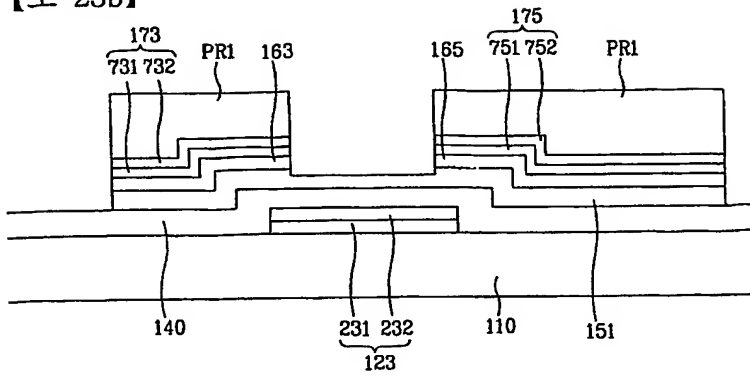
【도 22b】



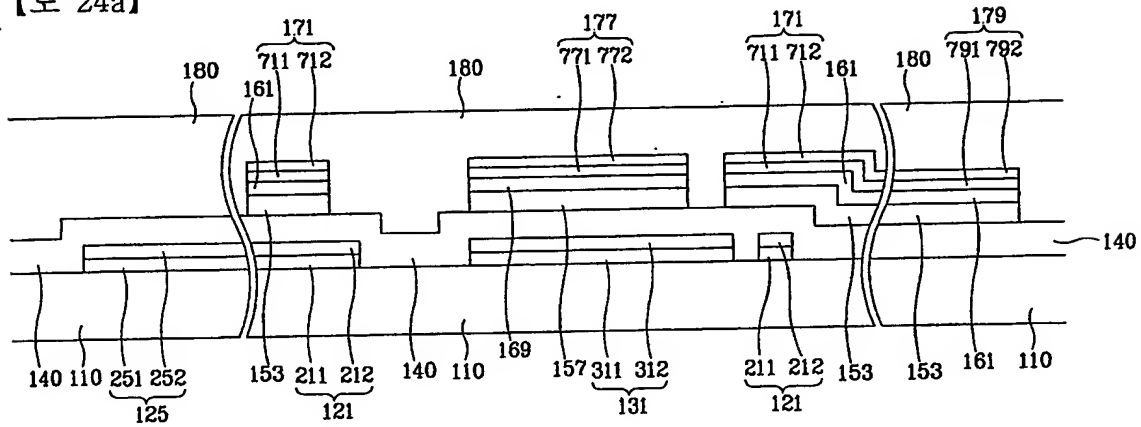
【도 23a】



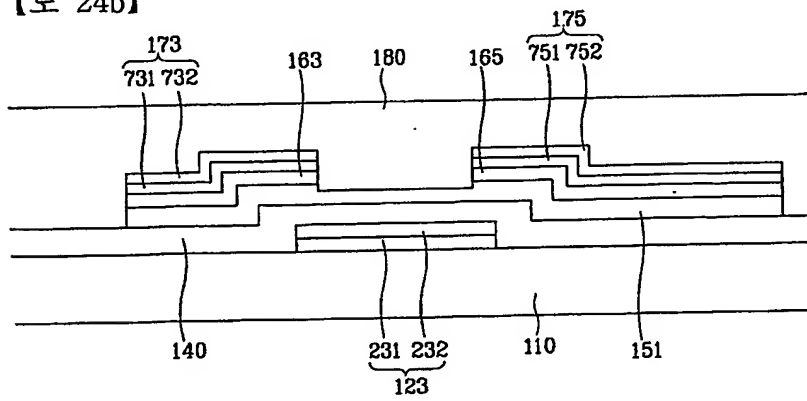
【도 23b】



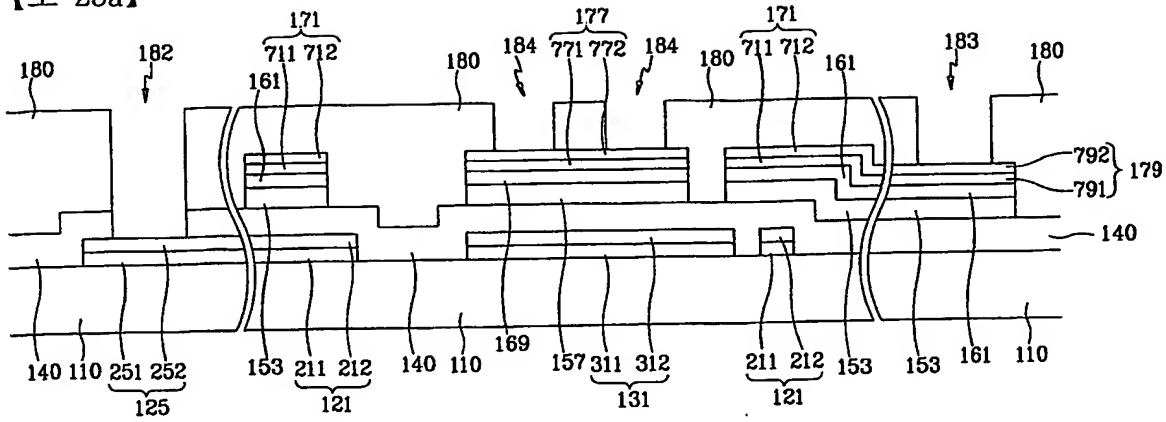
【도 24a】



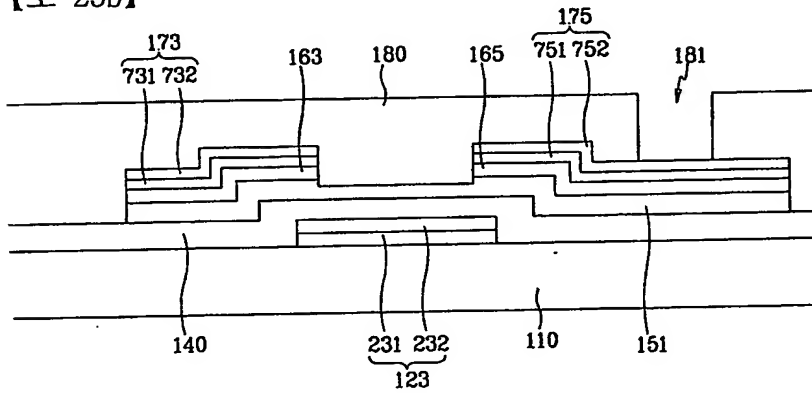
【도 24b】



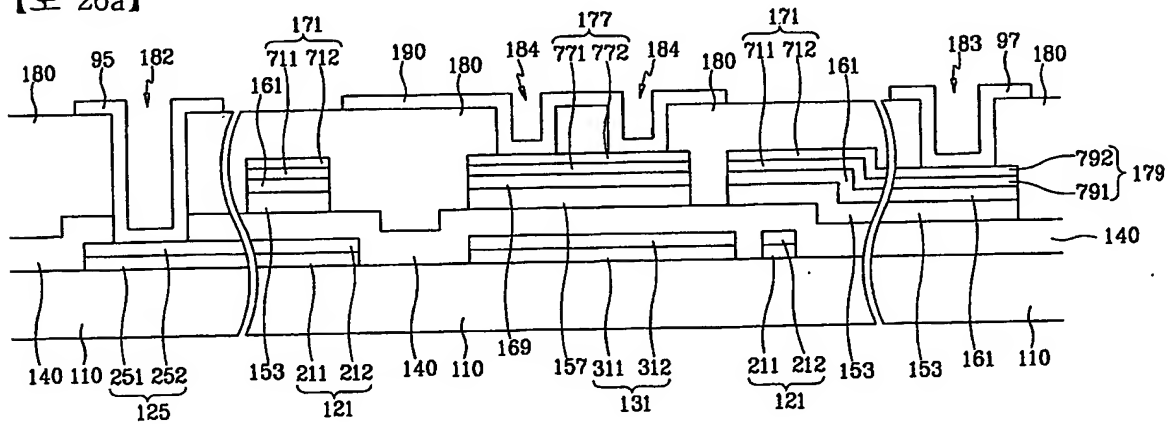
【도 25a】



【도 25b】



【도 26a】



【도 26b】

